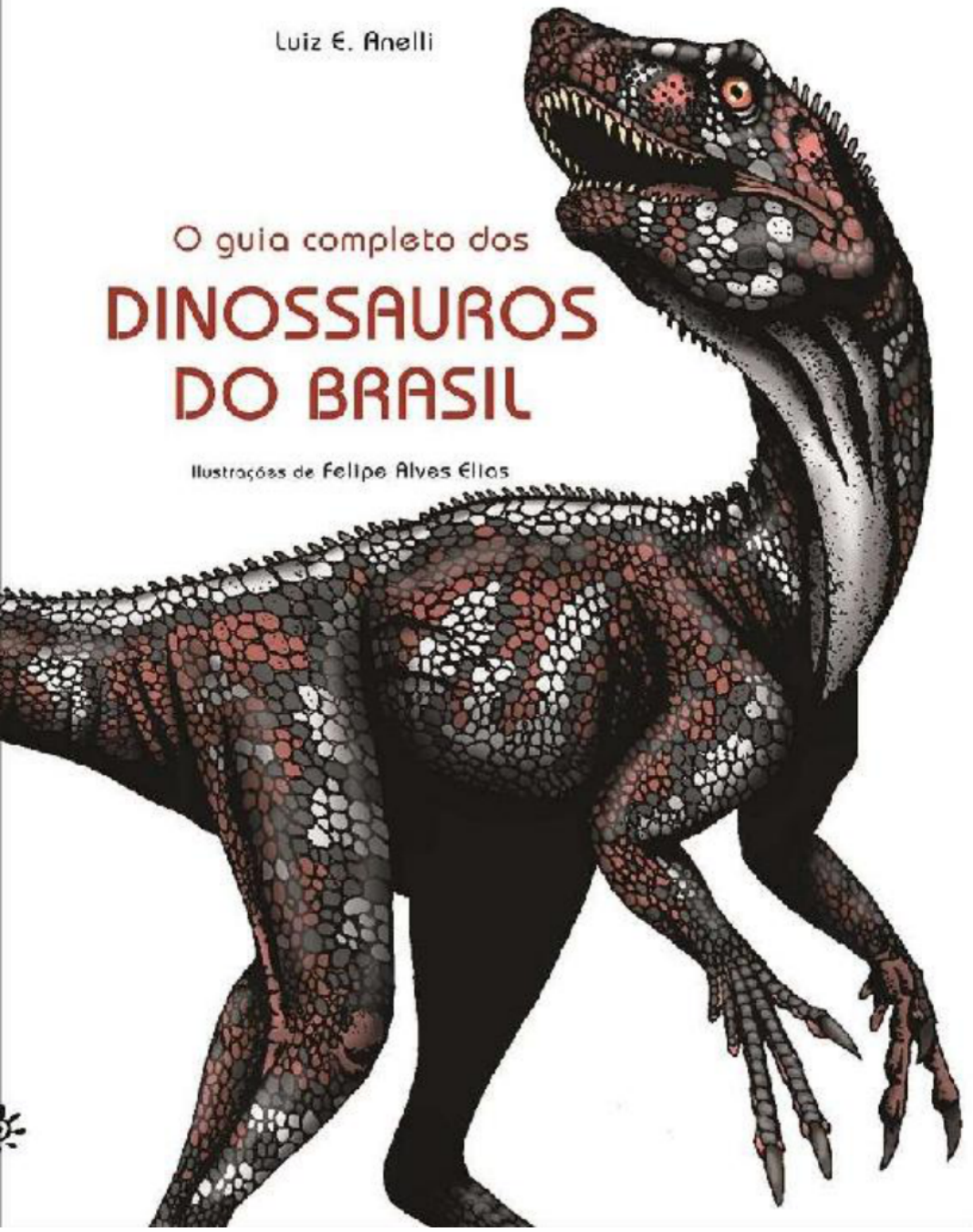
Luiz E. Anelli

O guia completo dos

DINOSSAUROS DO BRASIL

Ilustrações de Felipe Alves Elias



DADOS DE COPYRIGHT

Sobre a obra:

A presente obra é disponibilizada pela equipe ***Le Livros*** e seus diversos parceiros, com o objetivo de oferecer conteúdo para uso parcial em pesquisas e estudos acadêmicos, bem como o simples teste da qualidade da obra, com o fim exclusivo de compra futura.

É expressamente proibida e totalmente repudiável a venda, aluguel, ou quaisquer uso comercial do presente conteúdo

Sobre nós:

O ***Le Livros*** e seus parceiros disponibilizam conteúdo de dominio publico e propriedade intelectual de forma totalmente gratuita, por acreditar que o conhecimento e a educação devem ser acessíveis e livres a toda e qualquer pessoa. Você pode encontrar mais obras em nosso site: ***LeLivros.site*** ou em qualquer um dos sites parceiros apresentados neste link.

"Quando o mundo estiver unido na busca do conhecimento, e não mais lutando por dinheiro e poder, então nossa sociedade poderá enfim evoluir a um novo nível."

O guia completo dos

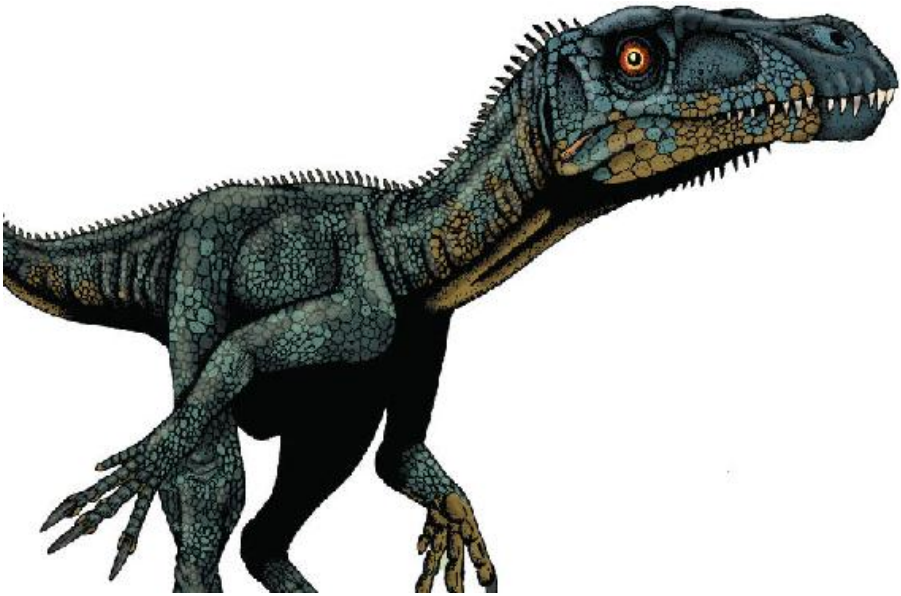
DINOSSAUROS DO BRASIL

Luiz E. Anelli

Ilustrações de Felipe Alves Elias

EDITORA
PeirópoliS

Para André e Alan



PREFÁCIO

O livro que você tem em mãos foi escrito pelo professor Luiz Eduardo Anelli, ou Anelli, como ele gosta de ser chamado. Nos últimos anos, esse paleontólogo especializado em invertebrados surpreendeu-nos com o seu gosto pelo estudo dos dinossauros, vindo a se tornar um dos mais importantes divulgadores dos dinossauros do Brasil. Seu nome está relacionado à elaboração da réplica do *Allosaurus fragilis*, hoje exposta no saguão do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, e à exposição "Dinos na Oca", realizada de dezembro de 2005 a março de 2006 no Parque Ibirapuera, na cidade de São Paulo, e visitada por 550 mil pessoas durante pouco mais de três meses. Recentemente Anelli foi o responsável pela instalação da primeira réplica do *Tyrannosaurus rex* da América do Sul, na Escola Parque Sabina, em Santo André (SP). Paralelamente a tudo isso, dedicou-se com afinco à Oficina de Réplicas do Instituto de Geociências da USP, talvez este o seu projeto mais importante, pois possibilita às escolas e universidades de todo o Brasil ter em seus acervos didáticos réplicas de fósseis de muitas regiões do mundo.

O interesse de Anelli pelos dinossauros não é recente. Em 1995 viajamos para Drumheller, uma pequenina porém simpática cidade da província de Alberta, no sul do Canadá, autoproclamada *"Dinosaur Capital of the World"* (Capital Mundial dos Dinossauros). Entre as inúmeras atividades de pesquisa que realizamos por lá constaram expedições de campo nas chamadas *badlands*, uma região de topografia única caracterizada por cânions escavados pela erosão. À semelhança de grandes erosões, com vegetação rala e pequenos cactos, as rochas mesozoicas afloram nas *badlands* quase sem intemperismo e contêm incrível registro de dinossauros e outros fósseis. Escalar a topografia acidentada desses cânions não é tarefa fácil, tanto que, a certa altura, Anelli literalmente tropeçou em um fragmento de osso que jazia parcialmente exposto no chão arenoso de uma estreita trilha. Imediatamente os colegas canadenses exclamaram: "Um de nossos amigos brasileiros acabou de encontrar uma das partes que faltavam do crânio do *Centrosaurus*". Em minha opinião, esse tropeço, digo achado, bem como os dinossauros de Drumheller, influenciaram decisivamente a personalidade paleontológica de Anelli. *O guia completo dos dinossauros do Brasil* representa, portanto, o ápice de uma aventura paleontológica iniciada aproximadamente há quinze anos e repleta de estudos, leituras, visitas a museus e contatos com especialistas.

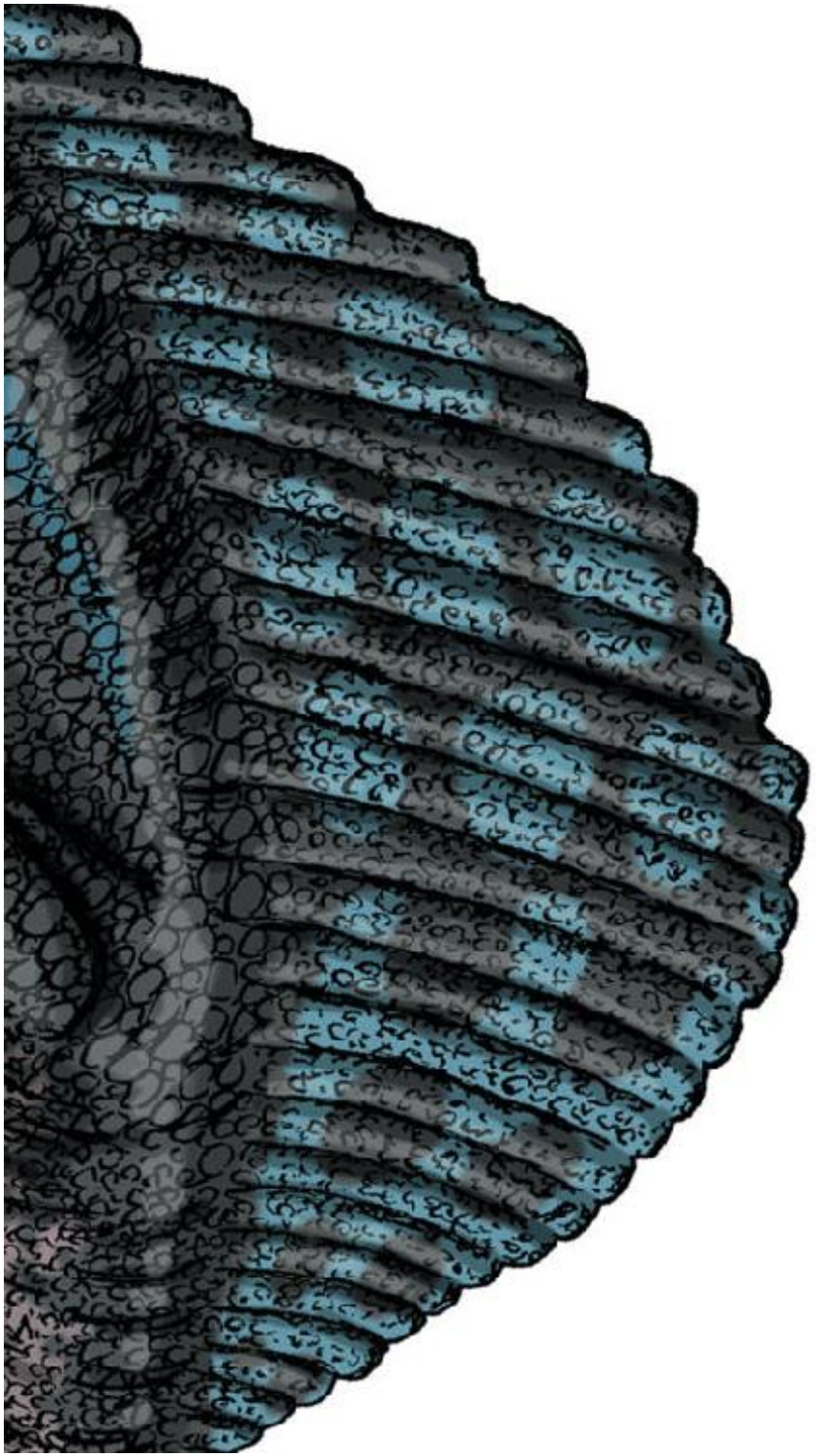
Diferentemente do que o título do livro pode sugerir, ele não foi

elaborado apenas com o intuito de apresentar a já manjada (pelos especialistas) série de dados morfológicos das diferentes espécies de dinossauros. A abordagem aqui apresentada é mais inteligente e desafiadora. Inicialmente, o autor lança mão de dados relativos à evolução biológica e ao registro fóssil por uma perspectiva histórica. Conforme o próprio Anelli destaca, "conhecer o contexto histórico dos fatos nos estimula ao confronto de ideias, a procurar e formular respostas, abrindo nossa curiosidade científica". Após transitar pela origem e funcionamento dinâmico da Terra e apresentar alguns dos principais capítulos da história geológica da vida, o autor discorre sobre os períodos da era Mesozoica, que tem nos dinossauros alguns dos elementos mais espetaculares do registro fóssil. A partir de então ele apresenta a definição biológica e as relações de parentesco entre os diferentes grupos de dinossauros. São questões em geral presentes em obras estrangeiras que este livro vem contemplar no Brasil.

O cenário acima começa a mudar radicalmente, contudo, quando o autor passa a abordar as pesquisas sobre esse grupo de fósseis em âmbito mundial, com ênfase na América do Sul. O aspecto mais interessante e inédito desta obra é, sem dúvida, o momento em que se discute a disparidade entre a diversidade de espécies de dinossauros existentes em território argentino e brasileiro. Esse tema é o cerne de *O guia completo dos dinossauros do Brasil*. Muitos dos dados levantados pelo autor e as várias causas apontadas para explicá-lo são instigantes e passíveis de investigação futura. Certamente o registro fóssil dos dinossauros no Brasil é um espetacular exemplo de megatendenciamento ou *megabias*, em que os processos tafonômicos de preservação tiveram importantíssimo papel na qualidade do registro preservado.

A outra grata surpresa é o inusitado catálogo de espécies de dinossauros do Brasil incluído no final da obra. Lançando mão de reconstruções muito bem elaboradas, Anelli nos mostra o que é, de fato, conhecido sobre a anatomia das espécies brasileiras. Você, leitor, já se perguntou: Quantos ossos existem do *Staurikosaurus pricei*, a primeira espécie de dinossauro descrita no Brasil? Qual seu aspecto geral? Por que, até o momento, são conhecidos apenas dois ou três crânios das espécies de dinossauros brasileiras? Esses questionamentos mostram quão complexos foram os processos que governaram a gênese do registro fóssil mesozoico do Brasil. Assim, embora este livro seja uma obra para o público em geral, a abordagem empregada o qualifica como leitura obrigatória para os profissionais de paleontologia. Pelas mesmas razões, o livro tem ainda alto potencial para ser utilizado como material didático nos cursos introdutórios de geociências e biociências.

Dr. Marcello Guimarães Simões
Professor adjunto de paleontologia e geologia
Instituto de Biociências de Botucatu –
Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho (IBB-Unesp)



SUMÁRIO

Apresentação

A história é a alma do conhecimento

Introdução

Os fascinantes dinossauros

Capítulo 1
A terra e a vida através das Eras – uma breve história

Planeta dinâmico
A revolução multicelular
Momento de transição
A conquista definitiva da terra firme
Pangea, o supercontinente
A grande catástrofe
Período Triássico: explosão de vida
Período Jurássico: a multiplicação dos dinossauros
Período Cretáceo: mudanças no clima terrestre
A Era Cenozóica: a vez dos mamíferos

Capítulo 2
Muito além do Jurassic Park

Quem foram os dinossauros
Os dinossauros e o ancestral comum
As aves: dinossauros contemporâneos
Incríveis parentescos
Do *Tyrannosaurus rex* ao beija-flor

Capítulo 3
A árvore dos dinossauros

Dois grandes grupos: *Ornitischia* e *Saurischia*
Ornithischia
Saurischia

Os sauropodomorphos
Os terópodos

Capítulo 4
Origem e expansão dos dinossauros

Linhagem de grande sucesso
Os primeiros dinossauros
Ancestrais comuns

Capítulo 5
Em busca de “máquinas do tempo”

Antigos habitantes de Pangea
A preservação dos fósseis
Ambientes e recobrimentos propícios

Capítulo 6
Pesquisas sobre dinossauros – panorama mundial

Quebra-cabeças de ossos
Primeiros achados em terras brasileiras
Placar mesozóico: Argentina 110 x Brasil 21
O primeiro dinossauro brasileiro
O primeiro dinossauro argentino
Explosão cinematográfica

Capítulo 7
Tempos e espaços do tesouro científico

Rochas da Era Mesozóica no Brasil e na Argentina
O período Triássico
O período Jurássico
O período Cretáceo

Condições da Paleontologia no Brasil e na Argentina
A história das pesquisas
As bacias sedimentares brasileiras, o clima e a diversidade durante o Cretáceo
Bacia Bauru
Bacia do Araripe
Bacia São Luís-Grajaú

O clima durante o Cretáceo na Argentina
Um bolo com poucas camadas
Intemperismo
No Brasil, uma dádiva para os agricultores
Na Argentina, uma dádiva para os paleontólogos
Esqueletos retrabalhados
Por rios entrelaçados
Pelas marés
Pegadas de milhões de anos
Região Nordeste
Região Sudeste
Região Norte

Capítulo 8
Dinossauros do Brasil

O alvorecer dos dinossauros na bacia do Paraná
Staurikosaurus pricei
Guaibasaurus candelarai
Saturnalia tupiniquim
Unaysaurus tolentinoi
Sacisaurus agudoensis
Dinossauros na caatinga do Araripe
Angaturama limai
Irritator challengeri
Mirischia asymmetrica
Santanaraptor placidus
Os peixes fósseis do Araripe
Dinossauros terópodos da Formação Santana
Quando a África era logo ali: a bacia de São Luís-Grajaú
Amazonsaurus maranhensis
Rayososaurus
Terópodos da Laje do Coringa e da praia da Baronesa
O paraíso infernal da Paleontologia
O último refúgio – O Cretáceo da bacia Bauru
Pycnonemosaurus nevesi
Dinossauro Terópodo Maniraptora
Antarctosaurus brasiliensis
Gondwanatitan faustoi
Aeolosaurus
Titanossaurus de Peirópolis, a Pedreira Caieira
Baurutitan britoi
Trigonosaurus pricei
Maxakalisaurus topai

Adamantisaurus mezzalirai
Uberabatitan ribeiroi
Titanossaurídeos da bacia Bauru

Capítulo 9
A terra, seu desenvolvimento e suas mazelas

Grandes extinções
A extinção do final do período Cretáceo
O impacto na península de Yucatan
As origens da nova teoria do impacto
O fim de uma dinastia?
A vida após o impacto
A hipótese contestada

Capítulo 10
Bestiário

Informações sobre todos os dinossauros brasileiros: significado do nome; onde e quando foi encontrado; bacia sedimentar e formação geológica; idade; comprimento; onde está o esqueleto; relações de parentesco e trabalho científico original.

Os ossos dos dinossauros estimularam a imaginação dos antigos chineses sobre a possível existência de criaturas imensas e fantásticas.

APRESENTAÇÃO

A HISTÓRIA É A ALMA DO CONHECIMENTO

Não é incomum encontrar pessoas que não compreendem ou mesmo não acreditam que o homem chegou à Lua (doze homens, na verdade), ou como os egípcios construíram a grande pirâmide cortando e transportando um milhão de blocos, um dos quais de 100 toneladas, antes mesmo de conhecerem o ferro e sem a ajuda de extraterrestres; ou, ainda, como os fósseis de dinossauros podem ter-se formado muito antes do dilúvio do tempo de Noé, há centenas de milhões de anos, em um tempo quase infinito para a nossa percepção.

Nesses casos, e em muitos outros, falta a essas pessoas a perspectiva histórica que traz consigo a aceitação e a compreensão dos fatos. Sem a percepção histórica dos acontecimentos, o conhecimento torna-se vazio, não tem força, não traz satisfação, não pode nos mudar, nem faz crescer nosso desejo de aprender mais. Pelo contrário, faz de nós incrédulos.

Toda informação com a qual nos deparamos tem uma história escondida em seu passado. Essa história é a alma do conhecimento, o sopro de vida do saber. Sem essa alma, o conhecimento é morto, chato.

A grande pirâmide de Gizé tem uma história de projetos de pelo menos mil anos. O homem chegou à Lua após quinze anos de estudos, a um custo de centenas de bilhões de dólares. Os dinossauros hoje fossilizados, por sua vez, têm uma história de cerca de 228 milhões de anos, bem antes da época de Noé, cuja data precisa estimada de vida é de 4.958 até 4.008 mil anos atrás.

Conhecer o contexto histórico dos fatos ainda nos estimula ao confronto de ideias, à procura e formulação de respostas, abrindo nosso apetite por viver mais, para aproveitar melhor o nosso próprio tempo de vida. Esse conhecimento vivo nos dá segurança e confiança para decolarmos com novas ideias para a interpretação de acontecimentos misteriosos, tornando o saber algo emocionante como uma viagem cheia de aventuras.

Em geral, a maior parte dos assuntos atuais ligados à preservação do meio ambiente e à necessidade da adoção de uma postura de consumo consciente dissipa-se na mente das pessoas porque não vêm acompanhados de sua história. Eles não têm força, não têm alma. A dona de casa continuará lavando a calçada até que conheça todo o caminho percorrido pela água da nascente à torneira. As crianças

continuarão deixando o alimento no prato se nunca souberem a longa trajetória cumprida pelos grãos e pela carne. Nos dois casos, são percursos comoventes.

Aprendemos história na escola para não incorrer nos erros cometidos no passado, não cair nas mesmas armadilhas. É fácil sermos enganados quando não conhecemos os aspectos históricos das informações que chegam até nós. Elas nos invadem como uma emocionante queima de fogos, surpreendem-nos, mas logo depois se dissipam, dando lugar novamente à escuridão.

Os fósseis nos contam a história da vida e da Terra e podem nos ensinar sobre nossas origens, o porquê deste mundo de hoje ser assim como é. Estudando os restos e os vestígios de seres que viveram há milhares, milhões ou bilhões de anos, lançamos fundamentos que nos capacitam a compreender e aceitar o que vemos, o que foi a evolução biológica, como e por que ela ocorreu e como ainda sucederá, se a vida tiver tempo.

Os fósseis são as janelas através das quais podemos olhar para o passado, máquinas do tempo que nos propiciam conhecer a história do nosso planeta. Por meio deles podemos nos encontrar com outras formas e meios de vida, mistérios de um passado com 3,5 bilhões de anos, distantes de nós apenas no tempo. Compreendê-los nos ajudará a não cometer erros que poderão comprometer o futuro da vida na Terra – o nosso futuro. A história da Terra e da vida, sua evolução, os destinos seguidos por seus vários ramos nos falam do chão que pisamos e das nossas raízes biológicas.

Estudar a evolução biológica é enriquecedor porque só a percebemos em um contexto histórico que inclui múltiplas disciplinas. Atualmente, além de tentar compreender os mistérios do universo, sua formação, e o que existe além dos seus limites, entender a evolução biológica e tirar proveito dela é o nosso maior desafio.

INTRODUÇÃO

OS FASCINANTES DINOSSAUROS

Por que os dinossauros atraem tanto a atenção das pessoas? As crianças são fascinadas por eles, mas talvez não mais que os milhares de paleontólogos, geólogos e biólogos que neste momento estão em laboratórios espalhados por todo o mundo estudando os ossos daqueles seres para estabelecer o parentesco entre as quase setecentas espécies conhecidas, descobrir suas origens, como viviam e porque desapareceram. Será que desapareceram mesmo? Outros pesquisadores estão acampados em regiões inóspitas escavando rochas em busca de novas espécies, e paleoartistas, os artistas que revestem os esqueletos com músculos e pele, se encontram em seus ateliês imaginando como seriam seus movimentos e suas cores.

Os dinossauros nos fascinam porque viveram há milhões de anos, e objetos de milhões de anos chamam a nossa atenção porque são repletos de mistérios. Eles viveram em uma Terra tão desconhecida quanto outro planeta ainda pouco explorado.

Os mistérios de um mundo que já não existe estimulam a nossa curiosidade. Neste planeta, diversamente de qualquer outro conhecido, viveram criaturas imensas, as maiores que já pisaram terra firme. Algumas podiam alcançar 40 metros de comprimento e pesar 100 toneladas! A carne de monstros herbívoros alimentava predadores de até 16 metros de comprimento equipados com dezenas de dentes, alguns do tamanho de uma faca.

Para se defenderem os herbívoros desenvolveram armaduras com espinhos e placas ósseas, além de cristas ocas que usavam como trombetas para alertar a manada da aproximação de predadores. Alguns destes tinham garras do tamanho do braço de uma criança. A força e o poder desses animais fogem à nossa imaginação, fazem deles seres fabulosos, inacreditáveis. Outros, porém, não passavam do tamanho de um pombo e tinham o corpo revestido de penas, o que intriga os cientistas que estudam um dos temas mais quentes da paleontologia atual: a origem das aves, criaturas que a maioria das pessoas se recusa a crer que se tratam de dinossauros.

Os dinossauros se diversificaram a partir de uma das duas grandes linhagens de animais terrestres, os saurópsidos, popularmente conhecidos como répteis. Essa linhagem perdurou por 160 milhões de anos – 230, se considerarmos a sua continuidade nas aves, já comprovadas como legítimas descendentes. Estas nos mostram mais

uma vez a imensa capacidade criativa da vida para se adaptar a novas condições de clima, variações geográficas e contextos ecológicos.

Os dinossauros nos deixaram uma imensa herança na forma de fósseis. Seus ossos, dentes, penas, pegadas, e mesmo seus excrementos podem ser encontrados em todos os continentes, até mesmo na Antártica. A história desses intrigantes seres, relativamente à de outros animais terrestres, como os mamíferos, está razoavelmente bem documentada desde sua origem, em rochas do período Triássico de 230 milhões de anos, até as últimas pegadas dos grandes dinossauros, que datam do final da era Mesozoica, 65 milhões de anos atrás.

No Brasil já foram encontrados muitos fósseis de dinossauros, mas apenas 21 espécies são oficialmente reconhecidas, um número pequeno se comparado às quase 110 conhecidas na Argentina. No entanto, alguns dos dinossauros brasileiros, assim como outros, argentinos, estão entre os mais antigos e são fundamentais no estudo da origem e da evolução desse grupo de animais. Eles atraem os olhos de paleontólogos de todo o mundo e fazem da América do Sul o mais provável berçário dessa fascinante linhagem de animais.

Neste livro, vamos conhecer os dinossauros, suas origens, o mundo em que viveram, por que se diversificaram tanto, como viveram e por que desapareceram. Conheceremos os dinossauros brasileiros e entenderemos por que apenas um pequeno número entre os muitos que andaram por aqui estão formalmente reconhecidos, ou seja, formalmente descritos segundo os preceitos e as regras da ciência paleontológica. Vamos ver o que a ciência tem a nos dizer sobre o súbito desaparecimento de várias de suas linhagens no final do período Cretáceo. Estudando vários aspectos da história evolutiva desses animais na América do Sul, especialmente no Brasil e na Argentina, vamos tentar compreender como o clima e os ambientes passados e presentes, bem como o histórico das pesquisas, foram decisivos na preservação dos fósseis e consequentemente no número de espécies conhecidas em território brasileiro. Por fim, vamos admirar o ofício de um paleoartista, que consiste em reconstruir os movimentos, cores e os padrões de camuflagem desses seres.

Conhecer o contexto histórico da evolução dos dinossauros pode contribuir para despertar nosso interesse por eles e ajudar-nos a compreendê-los de uma maneira nova, e não apenas como criaturas enormes de nomes difíceis de memorizar que viveram em um passado distante. O número de dinossauros conhecidos no Brasil é tão pequeno que, se os distribuirmos ao longo dos 160 anos de existência da linhagem, teríamos aqui apenas um dinossauro a cada sete milhões de anos! Este livro mostra todos eles, com informações coletadas durante meus estudos e viagens como paleontólogo. Espero que ele contribua para a circulação do conhecimento sobre os dinossauros brasileiros e a

valorização desse saber não apenas entre especialistas, mas também entre todos os interessados nos mistérios da vida.

CAPÍTULO 1
A TERRA E A VIDA ATRAVÉS
DAS ERAS - UMA BREVE HISTÓRIA

Planeta dinâmico

A história da Terra é contada em bilhões de anos – 4,6 bilhões para ser mais preciso. Compreender a dimensão desse tempo é tão difícil quanto imaginar a distância das estrelas no espaço em relação ao nosso planeta, mensurada em milhares a bilhões de anos-luz. Mas podemos tentar compreender o fantástico tempo transcorrido entre os acontecimentos marcantes na Terra distribuindo-o no decorrer das 24 horas de um dia. Assim, a origem da vida e o aparecimento dos primeiros animais, dos dinossauros e do Homem são mostrados de forma relativa e computados entre horas, minutos e segundos em um relógio do tempo geológico.

Os fósseis mais antigos de dinossauros são encontrados em rochas que datam da era Mesozoica, cerca de 230 milhões de anos atrás. Para se ter uma ideia do que isso significa em nosso dia geológico, os primeiros dinossauros apareceram somente pouco mais de uma hora antes da meia-noite. Esse tempo, que representa uma pequena fração da idade da Terra, parece tão vasto quanto o espaço infinito que nos envolve. No século XVII, enquanto a geologia nascia na mente do dinamarquês Nicolaus Steno, o grande matemático e filósofo francês Blaise Pascal já parecia perscrutar sua imensidão:

> "O início e o fim de tudo permanecerão para sempre um mistério para o Homem. Ele é incapaz tanto de ver o nada de onde se originou como de perscrutar o infinito que o engolirá."

Trezentos anos se passaram desde que Steno estabeleceu os princípios que mais tarde regeriam a geologia e levantariam as questões sobre a imensidão do tempo geológico. Após inúmeras tentativas, a Terra ganhou uma idade que já perdura por 54 anos. Em 1956, o geoquímico americano C. C. Patterson determinou a idade da Terra em 4,55 bilhões de anos por meio da datação de um fragmento de meteorito que, supostamente, tenha vagado pelo espaço como lixo interplanetário desde o momento inicial da formação do sistema solar até cair no cânion Diablo, no deserto do Arizona, Estados Unidos. Como também se supõe que a Terra e o sistema solar tenham a mesma origem, a idade dos mais antigos meteoritos é também a idade da Terra. Assim, nosso relógio é disparado com a origem da Terra situada há 4,6 bilhões de anos, ou seja, esse valor representa 24 horas. Os ponteiros marcam zero hora.

A Terra sempre esteve em atividade geológica, isto é, sempre foi um planeta dinâmico, “vivo”, diferentemente dos outros planetas rochosos, como Mercúrio, Vênus e Marte, e da Lua, cujas atividades cessaram há milhões de anos. O calor gerado pelo decaimento de elementos radioativos presentes no interior da Terra e o calor dissipado pelo resfriamento da parte externa líquida do núcleo terrestre são as fontes de energia que originaram e que mantêm as correntes de convecção atuantes nas rochas do manto. O movimento dessas rochas, por sua vez, é o motor do deslocamento lento e gradual das placas tectônicas que constituem os fundos oceânicos e os continentes, placas sobre as quais a vida se desenvolveu. Nesse balé incansável oceanos se abriram e se fecharam, continentes se formaram, continentes migraram do equador para os polos, e vice-versa, fundos oceânicos foram devorados sob os continentes até serem reincorporados ao manto, e cadeias de montanhas se constituíram. Um exemplo é a cadeia dos Andes, que ainda está em ascensão por causa da colisão entre a placa oceânica de Nazca, no fundo do oceano Pacífico, e a placa do continente sul-americano.

Nesta e nas páginas seguintes, o inexorável balé das placas continentais ao longo dos últimos 500 mi lhões de anos. Repare a posição relativa da América do Sul.

A Terra há 518 milhões de anos

A Terra há 456 milhões de anos

A Terra há 430 milhões de anos

A Terra há 400 milhões de anos

A Terra há 356 milhões de anos

A Terra há 255 milhões de anos

A Terra há 225 milhões de anos

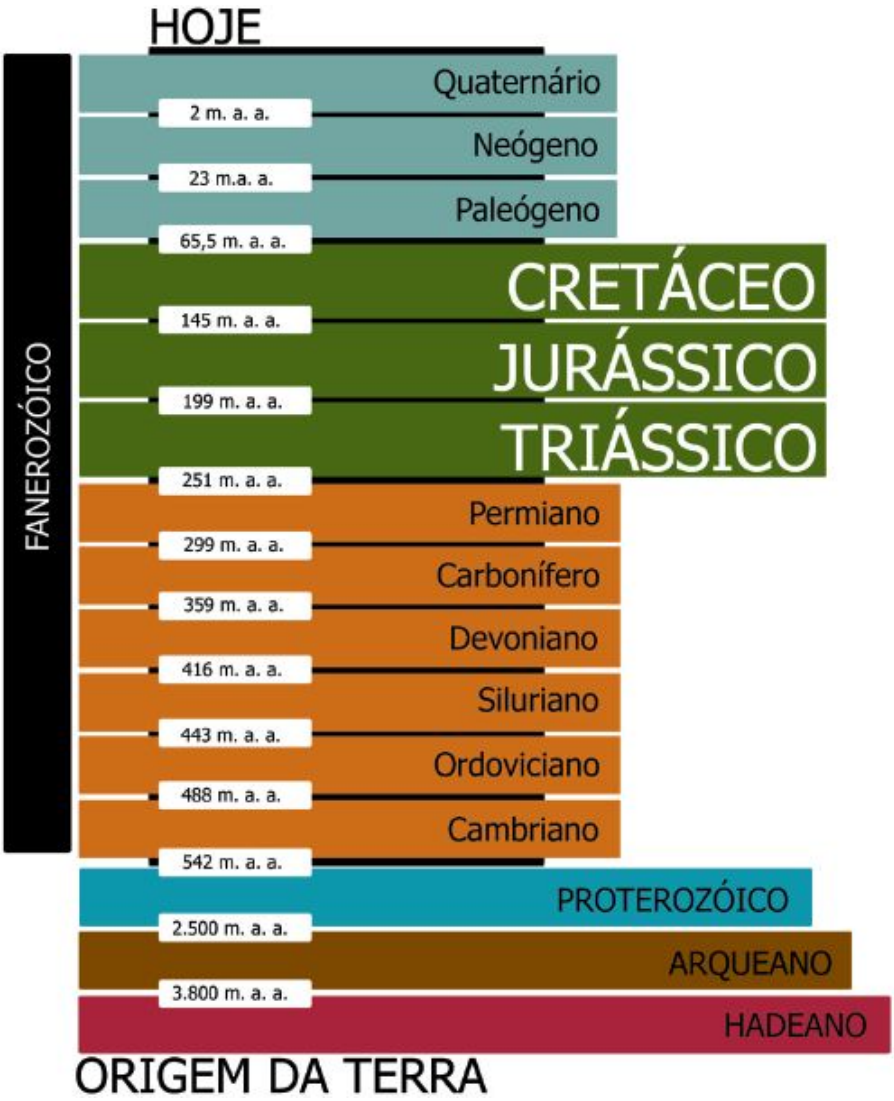
A Terra há 197 milhões de anos

A Terra há 85 milhões de anos

A Terra há 47 milhões de anos

Nos primeiros 600 milhões de anos, a superfície da Terra esfriou-se gradativamente, dando origem às primeiras placas continentais que iriam formar parte da crosta terrestre, uma película rochosa comparativamente mais fina que casca de maçã. A água, proveniente do seu interior em forma de vapor e trazida do espaço congelada nos cometas, logo se acumulou em forma líquida para formar mares e, mais tarde, oceanos de água doce. Em nosso relógio geológico, cerca de três horas depois a Terra começara a tomar forma. Esse longo período de história da Terra é quase imaginário porque praticamente todo o registro geológico desse intervalo já se perdeu, um período, não sem razão, chamado pelos geólogos de "Hadeano", em referência ao Hades, a região do interior da Terra onde se situam o inferno e o paraíso bíblicos.

Nos quatro bilhões de anos seguintes, a vida se originou nos oceanos, multiplicou-se, diversificou-se, encheu a atmosfera de oxigênio, tornou-se multicelular, deu origem às plantas e aos animais, e estes, mais tarde, ocuparam também a superfície dos continentes (tabela 1). A presença de água em estado líquido fez da Terra o único ambiente acolhedor para a vida no sistema solar, possivelmente de todo o universo, um privilégio que perdura por todo esse imenso intervalo.



O tempo geológico mostra-nos que a história dos animais iniciada no Período Cambriano é relativamente recente na história da Terra. Destacados em verde estão os três períodos da Era Mesozóica, o tempo em que os dinossauros viveram.

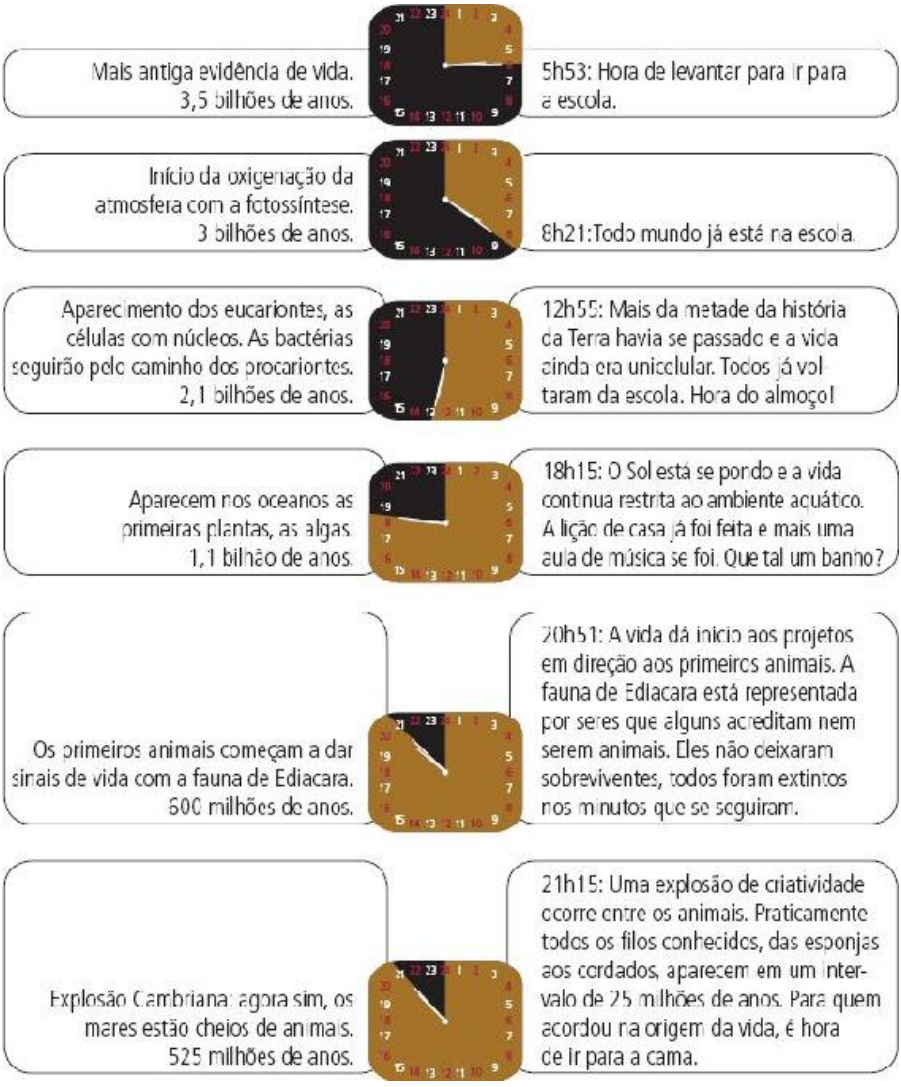


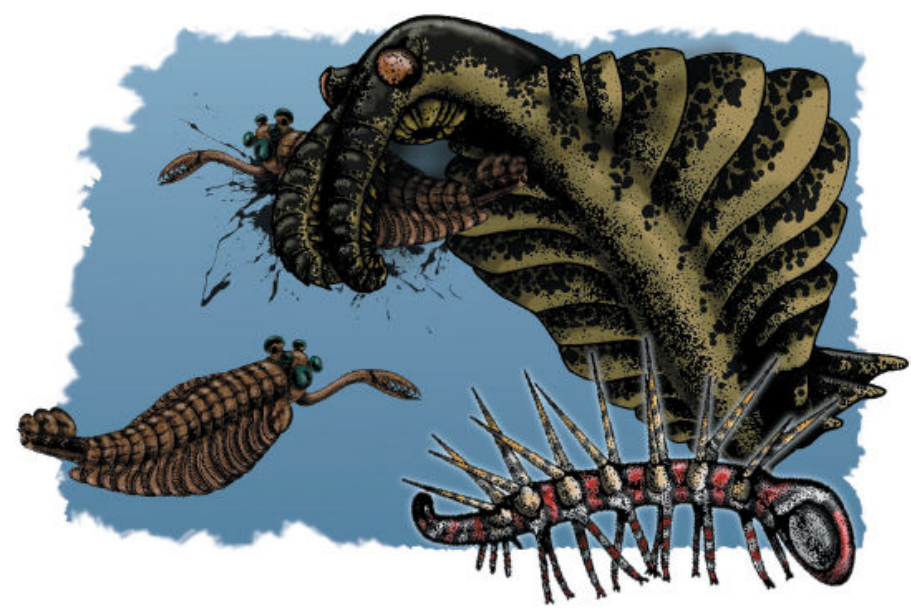
Tabela 1 – Alguns dos principais eventos da história da vida. Somente a pouco menos de três horas do final do dia aparecem os primeiros animais invertebrados.

A revolução multicelular

Uma revolução da vida dos animais ocorreu há 530 milhões de anos e é chamada pelos paleontólogos de “explosão cambriana”. Nesse momento, a vida assumiu de uma vez a multicelularidade, multiplicando a diversidade de formas e modos de vida dos primeiros animais surgidos provavelmente algumas dezenas de milhões de anos antes. Esse momento deu início a um intervalo cujas rochas estão repletas de fósseis: o éon Fanerozoico, subdividido nas eras Paleozoica, Mesozoica e Cenozoica.

Convencionou-se utilizar esse evento para marcar o início da era Paleozoica. Quais foram os fatores responsáveis por essa explosão de vida?

Ao que tudo indica, a explosão cambriana se deu em decorrência do aumento do nível de oxigênio e das taxas de predação. O nível de oxigênio elevou-se abruptamente na atmosfera, permitindo aos animais a síntese de colágeno, um componente da matriz, ou "cimento", que mantém nossas células unidas. Com ele os animais puderam crescer em tamanho, e esse crescimento permitiu a criação de novas formas e novas estratégias de vida. Eles aprenderam a comer os outros, dando origem aos predadores, e também a se defender, na condição de presas; aprenderam a escavar e a sintetizar um esqueleto para se proteger. Durante a explosão cam-briana nasceram quase todas as linhagens do reino animal conhecidas, que os cientistas denominam "filos". Hoje existem catalogadas 35 dessas linhagens, das quais as mais conhecidas são as esponjas, os cnidários, o grupo das medusas e corais, os moluscos, os anelídeos, os artrópodos e os equinodermos, entre outras linhagens fósseis já extintas e muitas outras quase desconhecidas – tais como os arqueociadídeos, por exemplo, que só viveram no Cambriano e são formas aparentadas com as esponjas do mar. Como vimos, essa explosão de diversidade ocorreu já bem perto do final do dia, as 21 horas e 15 minutos. Já estávamos indo para a cama e a vida visível ainda dava os primeiros passos.



Reconstrução da fauna do folhelho Burgess, encontrada no sul do Canadá em rochas de idade cambriana de 505 milhões de anos, um exemplo extraordinário da criatividade da vida durante o intervalo da explosão cambriana.

Em meio às muitas formas de vida que apareceram durante a explosão cambriana estavam os cordados, dos quais derivaram os vertebrados, a linhagem que 300 milhões de anos mais tarde, às 22 horas e 58 minutos do nosso dia geológico, daria origem aos dinossauros.

Em seguida, a vida tornou-se difícil em ambientes aquáticos, tomados por numerosos grupos de peixes que eram exímios nadadores, além de vorazes predadores. São 21 horas e 39 minutos, quase hora de dormir, e ninguém pisou ainda a terra seca.

As plantas foram as primeiras formas de vida a deixar a água, no período Ordoviciano, há 450 milhões de anos, para conquistar os continentes. Como resultado desse processo de colonização, as plantas provocaram diversas transformações no ambiente e contribuíram também para o aumento da produtividade primária sobre os continentes, tornando a porção emersa uma área habitável. Elas avançaram as fronteiras das praias e das margens dos rios, ampliaram a espessura da camada do solo, mudaram a atmosfera e criaram condições para que os animais tentassem a vida em terra. Há 380 milhões de anos, já no Devoniano, as primeiras florestas haviam se estabelecido e ofereciam aos animais alimento, sombra, umidade e proteção contra os raios ultravioleta. Os animais, então, seguiram as plantas. Artrópodos semelhantes a miriápodos e aranhas foram os primeiros a deixarem a água, e já naquele tempo reviravam o solo em busca de alimento, então formado quase exclusivamente de matéria vegetal em decomposição.

Os restos dessas imensas florestas são hoje encontrados fossilizados em espessas camadas de carvão na América do Norte e nas ilhas do oceano Ártico. O sequestro do dióxido de carbono (CO_2, o gás carbônico), incorporado ao tecido das plantas e posteriormente fossilizado nas rochas, deu início a um efeito estufa inverso – o mesmo efeito desejado atualmente, por meio da preservação e da recuperação de florestas a fim de evitar o aquecimento global. Com menos gás carbônico livre na atmosfera, a Terra esfriou, causando uma das várias extinções em massa que marcaram o tempo geológico após o período

Cambriano. Nesse caso, boa parte da fauna marinha de águas rasas e quentes, já amplamente diversificada, pereceu. As espécies não suportaram o esfriamento das águas.

Essas camadas de carvão já eram exploradas pelo homem há dez mil anos, primeiramente pelos chineses. Mais tarde, em 200 d.C., o carvão já era comumente utilizado pelos romanos. Atualmente, seu uso é extenso nos países frios do hemisfério norte para aquecer casas, shopping centers e fornos industriais. O homem, assim, está liberando o gás carbônico aprisionado ao longo das eras, causando o efeito estufa como o conhecemos e colaborando decisivamente para a elevação da temperatura na superfície da Terra. Nosso planeta buscará meios para compensar isso de alguma forma, seja derretendo as geleiras, seja elevando o nível dos oceanos e redirecionando as correntes marinhas, seja mudando a direção dos ventos e a quantidade de chuvas. Teremos então um problema sério para resolver.

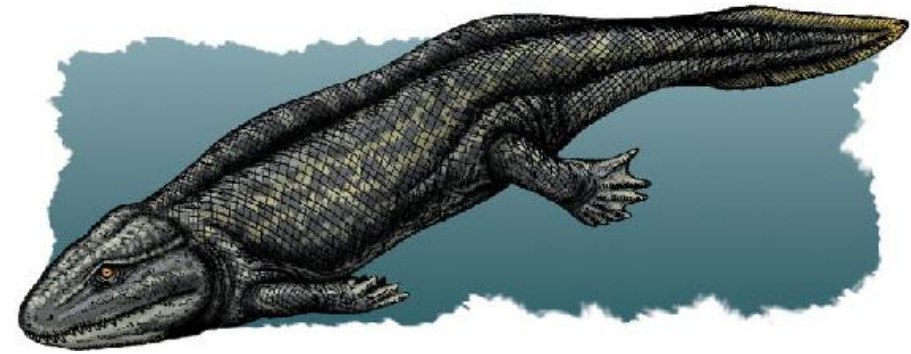
Nas águas devonianas os vertebrados infestavam o ambiente como peixes. Esses animais, eficientes nadadores, tornaram as águas um lugar perigoso para se viver. A terra firme, por sua vez, estava lá, protegida pelas sombras de florestas, rica em oxigênio e repleta de alimento vivo.

Momento de transição

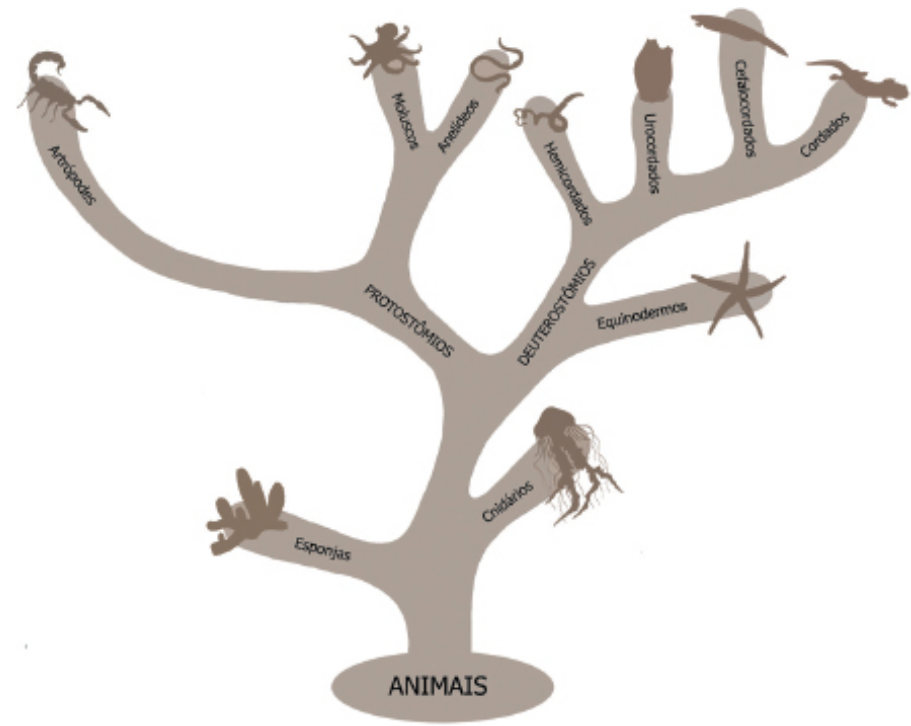
No final do período Devoniano a linhagem dos vertebrados – até então exclusivamente representada pelos peixes – já tinha uma história de evolução de 150 milhões de anos (por volta de 46 minutos de evolução no nosso dia geológico), mas ainda permanecia confinada às águas. Com os peixes, os vertebrados já haviam desenvolvido ossos, cérebro, olhos, olfato, mandíbulas, dentes com esmalte, pulmões, narinas e, por fim, os quatro membros com dedos – nossos atuais braços e pernas. Perto do final do período Devoniano, os peixes desenvolveram dígitos nas extremidades dos membros. Nesse momento, os vertebrados não apenas nadavam, mas caminhavam no fundo dos rios e lagos, e não mais se chamavam peixes, mas tetrápodos.

Com esses quadrúpedes, iniciou-se a conquista do ambiente terrestre. O fóssil do mais antigo tetrápodo conhecido, o *Acanthostega gunari*, foi encontrado em rochas do final do período Devoniano da Groenlândia. Ele, porém, não era capaz de se locomover para fora da água. O primeiro tetrápodo a se aventurar em terra firme foi o *Ichthyostega*, há cerca de 365 milhões de anos. Já são 22 horas e 5 minutos, faltam pouco menos de duas horas para o final do dia geológico. Haverá tempo para o aparecimento dos dinossauros? E do

homem?



Ichthyostega, do final do período Devoniano. A estrutura óssea interpretada com base nos fósseis indica que esse tetrápodo já era capaz de sustentar seu corpo fora da água. Alguns pesquisadores, no entanto, acreditam que o *Ichthyostega* não passava mais que alguns minutos por semana em terra firme.



Relação de parentesco entre os metazoários: a divergência dos ramos dos protostômios e deuterostômios ocorreu por volta de 600 milhões de anos atrás, anteriormente ao período Cambriano. Os metazoários representam o ramo da árvore da vida que inclui todos os animais. Um de seus ramos, o dos deuterostômios, deu origem aos cordados, de onde, cerca de 400 milhões de anos mais tarde, surgiriam os dinossauros.

Mas a vida em terra firme – fora da água, portanto no elemento ar – é muito diferente. Seria necessário um *kit* de sobrevivência, pois a mudança de ambiente foi tão radical quanto se hoje tivéssemos que viver submersos num rio. Pense como seria diferente: menos luz e

oxigênio, mais predadores e, ainda, o fato de a água ser dez mil vezes mais densa que o ar, o que implicaria sérios problemas de locomoção.

Assim, por causa dos novos contextos geográficos e ecológicos, os primeiros tetrápodos foram empurrados para fora da água. A evolução logo lhes deu uma pele impermeável, membros e coluna vertebral capazes de sustentar o corpo fora da água, glândulas lacrimais para lubrificar os olhos, ouvidos para captar ondas sonoras fora da água, além de muitas outras adaptações. No entanto, esses animais, chamados anfíbios, ainda dependiam dos rios e lagos para se reproduzir, pois a fecundação dos óvulos, bem como o desenvolvimento das larvas, só era viável dentro da água. Eles ainda se reproduziam como peixes. As fêmeas depositavam os óvulos e em seguida o macho espalhava sobre eles o esperma. Afastar-se da água em busca de espaço, de abrigo e de alimento comprometeria a reprodução.

Faltava algo, e a vida mais uma vez resolveu o problema de forma criativa e exuberante.

A conquista definitiva da terra firme

Há aproximadamente 315 milhões de anos, no final do período Carbonífero, surgiu nos tetrápodos uma estrutura aperfeiçoada a partir do ovo dos anfíbios, com inúmeras novidades. O ovo desenvolveu vários acessórios até hoje preservados e ganhou um novo nome: ovo amniótico, designação que deriva de uma das novas membranas, o âmnio. As novidades incluem a membrana amniótica que mantém a larva ainda imersa num mundo aquático, uma bolsa para a reserva de alimento, um saco para receber os produtos do metabolismo e uma casca impermeável. A larva podia agora se desenvolver em um microambiente que mimetizava os antigos rios e lagos. Esse ovo rompeu com a dependência do ambiente aquático externo. A terra firme foi conquistada de forma definitiva. Esses animais, chamados amniotas, deram origem à maior parte dos tetrápodos terrestres que conhecemos e hoje chamamos de répteis e mamíferos.

São 22 horas e 21 minutos: os tetrápodos se libertaram definitivamente da água, e 100 milhões de anos ainda os separam dos primeiros dinossauros.

Pangea, o supercontinente

Desde o período Cambriano a terra emersa formava uma grande massa continental no hemisfério sul, o Gondwana, com fragmentos de placas menores localizadas no hemisfério norte. O vagaroso e inexorável movimento dessas placas deu origem, 250 milhões de anos mais tarde, no final do período Carbonífero, a um único supercontinente, o Pangea. Este tinha suas praias a oeste banhadas pelo colossal oceano Panthalassa, reduzido agora ao oceano Pacífico, e suas margens interiores pelo oceano Paleotetis, o atual oceano Índico. Era possível viajar por terra a todas as partes do mundo continental, o que foi feito por animais de várias linhagens nos cem milhões de anos seguintes.

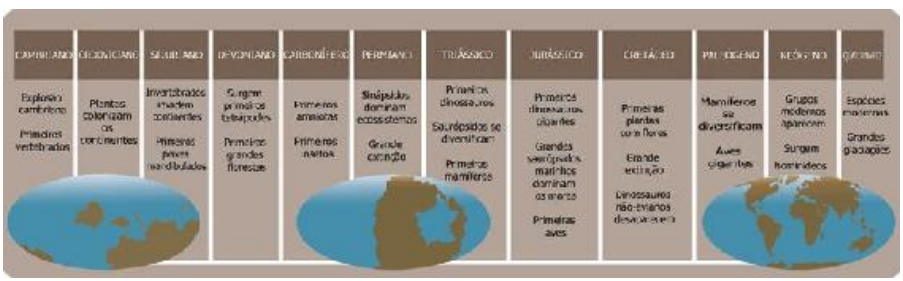
No entanto, essa reunião colossal dos continentes teve consequências. Em terra firme, o clima tornou-se mais seco, e no seu interior, aonde a umidade proveniente dos oceanos não podia chegar, vastos desertos se formaram. Os amniotas já estavam subdivididos em duas linhagens: os sinápsidos, linhagem que daria origem aos mamíferos – animais dominantes nos 65 milhões de anos seguintes, durante todo o período Permiano –, e os saurópsidos, popularmente chamados de répteis, animais de sangue frio e nos quais, como veremos adiante, devemos incluir as aves. Durante todo o período Permiano, sob o domínio dos sinápsidos, e pela última vez, se é que existe uma disputa de diversidade entre essas duas linhagens, os saurópsidos sobreviveram somente como animais pequenos, semelhantes aos lagartos. No entanto, desses pequenos animais brotaria a linhagem dos arcossauros, que 20 milhões de anos depois, já no período Triássico, daria origem aos crocodilos, pterossauros e dinossauros, e então os saurópsidos dominariam a fauna terrestre, marinha e voadora por toda a era Mesozoica.

A grande catástrofe

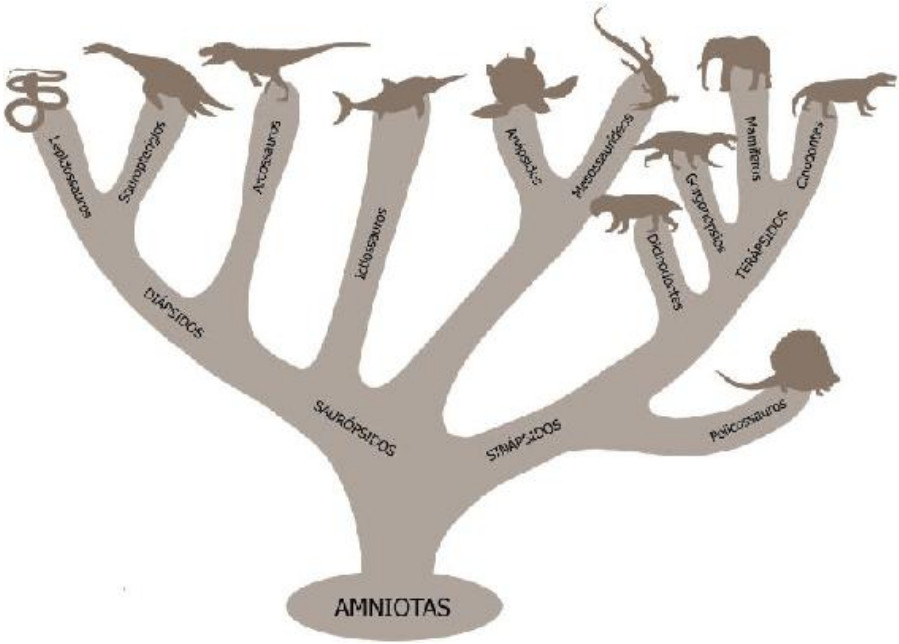
Chegamos ao final de uma era, a Paleozoica, em seu último período,

o Permiano. O Pangea formava a imensa massa continental emersa. De polo a polo, florestas e tetrápodos ocupavam praticamente todas as regiões, especialmente aquelas mais próximas ao litoral.

O final do Permiano foi marcado por uma grande extinção em massa que quase pôs fim à vida das florestas, dos tetrápodos e de toda a fauna marinha. As causas dessa grande extinção, a maior da história da Terra, são ainda motivo de debate. O final desse período está registrado nas rochas originadas em grandes e duradouras erupções vulcânicas. O oceano Panthalassa, por sua vez, experimentava um longo processo de estagnação por causa de problemas de circulação das correntes marinhas. A liberação de grandes quantidades de gás carbônico resultante do extenso vulcanismo e de metano acumulado no fundo do imenso oceano pode ter dado início ao mais terrível efeito estufa ocorrido na Terra, aniquilando boa parte da vida. Existem ainda evidências do impacto de um grande asteroide com a Terra, à semelhança do evento que milhões de anos mais tarde determinaria o fim do reinado dos dinossauros.



O éon Fanerozoico, suas eras e os períodos da era Mesozoica.



Relação de parentes entre os amniotas

Os continentes e oceanos tornaram-se desolados e apenas uma pequena parte das linhagens sobreviveu. A Terra tornou-se praticamente vazia. Essa desocupação dos vários ecossistemas terrestres, no entanto, tornou-se uma oportunidade para a vida sobrevivente. Na Terra quase desocupada evoluíram os arcossauros, animais de grande sucesso ecológico cujas linhagens passaram a dominar os continentes desde então.

Uma nova temporada de criatividade da vida se iniciou na era Mesozoica, a era dos dinossauros. São 22 horas e 42 minutos em nosso relógio geológico, o que corresponde a 248 milhões de anos atrás. Estamos bem próximos do final do dia (falta apenas 1 hora e 18 minutos) e somente agora chegamos aos principais animais tratados neste livro.

Período Triássico: explosão de criatividade

Disposição do supercontinente Pangea. Sua forma assemelha-se a uma imensa letra C, com o mar de Thetis em seu interior e o imenso Panthalassa banhando as margens externas.

A abertura da era Mesozoica ocorre com o início do período Triássico. Nos poucos milhões de anos que se seguiram a Terra tornou-se novamente habitável e a vida diversificou-se e multiplicou-se majestosamente. O Pangea era ainda o mundo emerso e o clima global mudou de árido para semiárido, tornando-se mais quente e úmido. A extinção do final do Permiano havia dizimado a vida terrestre. Os ambientes de um polo ao outro, do pico das montanhas às regiões costeiras e desérticas interiores, estavam praticamente vazios e puderam ser reocupados.

Embora tanto os sinápsidos como os saurópsidos tenham sido severamente afetados, uma revolução biológica ocorreu. Com o pouco DNA que havia restado em terra firme no corpo dos vertebrados, a evolução mostrou sua força e criatividade. Os saurópsidos experimentaram um grande impulso de diversidade e nos 20 milhões de anos seguintes deram origem às primeiras tartarugas, aos primeiros répteis marinhos e aos arcossauros – a linhagem que inclui, além de muitos grupos desconhecidos, os crocodilos e os já extintos pterossauros e os dinossauros. Os sinápsidos, a outra linhagem dos amniotas, embora tenham dado origem aos mamíferos também no Triássico, permaneceram como um grupo pouco expressivo pelos 150 milhões de anos seguintes da era Mesozoica. A vida mamífera estava dominada por esses répteis. O Pangea permitiu o trânsito dos animais por toda a sua extensão e os tetrápodos se espalharam e colonizaram novamente as imensidões desse fabuloso continente. É importante mencionar que a linhagem que popularmente chamamos de répteis – atualmente designados pelos cientistas como saurópsidos – deve incluir as aves como reais descendentes dos dinossauros.

Os dinossauros apareceram pouco depois da parte média do Triássico, há 230 milhões de anos, precisamente às 22 horas e 48

minutos – uma hora e doze minutos antes do final do nosso dia geológico. Inacreditável!

Período Jurássico: a multiplicação dos dinossauros

Embora o clima nos continentes durante o começo do Jurássico tenha sido quente e seco, o Pangea começou a fragmentar-se em placas menores, dando origem a pequenos oceanos que tornaram os ambientes continentais menos rigorosos. Com isso, imensas florestas de coníferas espalharam-se por toda a Terra, oferecendo mais conforto e possibilidades para a vida sobre os continentes. Os ecossistemas terrestres durante quase toda a era Mesozoica foram dominados pelos répteis, especialmente pelos dinossauros. Sua irradiação para uma multidão de espécies ocorreu lentamente, durante a segunda metade do Triássico. Mas foi durante o Jurássico que o número de linhagens se multiplicou e os dinossauros cresceram em tamanho, para em seguida migrarem até os confins da Terra, incluindo a Antártida, onde seus fósseis já foram encontrados (lembrando que a Antártica só é um "fim do mundo" no conceito humano, mas não como um conceito biológico e evolutivo). Foi também no período Jurássico que se iniciou uma das linhagens mais fascinantes de dinossauros: a das aves.

Os saurópsidos também inovaram durante o período Triássico e no Jurássico evoluíram como amniotas, com ciclos de vida inteiramente aquáticos. Embora alguns tetrápodos tenham voltado a viver nas águas somente 60 milhões de anos após os primeiros anfíbios devonianos terem dado os primeiros passos em terra firme, durante a era Mesozoica centenas de espécies de ictiossauros, plesiossauros e mosassauros povoaram os mares e oceanos. Embora o ovo amniótico tenha possibilitado a conquista da parte emersa dos continentes, e tenha sido desde então utilizado em terra firme pelos répteis, este parece também ter sido um dos fatores de impedimento para o retorno destes animais ao ambiente aquático nos últimos 65 milhões de anos. Apenas poucas espécies de serpentes marinhas reconquistaram um ciclo de vida integral no ambiente aquático. Os mamíferos, por outro lado, com o desenvolvimento do ovo no interior do corpo, voltaram para os mares e rios em uma grande variedade de espécies.

No período Jurássico inicia-se a fragmentação do Pangea. A ruptura inicial ocorreu entre a América do Norte e a área correspondente à América do Sul e à África, então unidas, dando origem ao oceano Atlântico.

Período Cretáceo: mudanças no clima terrestre

Durante o Cretáceo os continentes já assumiam disposição muito parecida com a atual. A Índia ainda se encontrava em sua viagem rumo à Ásia para, milhões de anos mais tarde, dar início ao soerguimento da cadeia do Himalaia.

Durante o Cretáceo o supercontinente Pangea já não existia. Estava despedaçado em diversas placas continentais que se mantêm ainda hoje em constante movimento. Nesse período, exceto pela Índia, localizada no hemisfério sul, e pela união da Austrália com a Antártida, a disposição dos continentes já era muito parecida com a atual. Com a nova configuração dos continentes e a formação de novos oceanos, entre os quais o jovem Atlântico, o clima da Terra mudou, tornando-se mais quente e úmido.

Associadas aos insetos, especialmente aos besouros, as recém-

chegadas angiospermas – as plantas com flores – tomaram o espaço das gimnospermas – os pinheiros, as ginkgos e as cicas –, os quais foram expulsos para o frio das altas latitudes e para o alto das montanhas, onde permanecem até hoje.

Com o Pangea se desmantelando como um enorme quebra-cabeça, as linhagens de dinossauros foram isoladas e, pelo processo de especiação, o número de espécies multiplicou. Quebra-se a terra, multiplica-se a vida; afinal, a terra e a vida evoluem juntas. Praticamente metade dos dinossauros conhecidos em todo o mundo é encontrada em rochas deste período.

A era Mesozoica, no entanto, estava próxima do seu fim. A grande variação das faunas fósseis observadas pelos primeiros paleontólogos tornou-se referência desde o século XVIII para o estabelecimento das principais subdivisões do tempo geológico, primeiramente em eras, depois em períodos. Por toda parte, nas rochas com idade de 65 milhões de anos, uma grande variação da vida animal fossilizada foi observada: os fósseis dos gigantes dinossauros, pterossauros e répteis marinhos, dentre muitos outros grupos de animais terrestres e marinhos, desapareceram das rochas mais novas sobrejacentes. Foi o fim de uma era de gigantes. As cortinas da era Meso-zoica se fecharam e um outro espetáculo recomeçou com um novo tempo, a era Cenozoica. O relógio geológico marca 23 horas e 39 minutos. Em 21 minutos chegaremos ao final do dia. Nosso relógio precisará em breve mostrar também os segundos.

Antes de comentarmos os principais eventos da era Cenozoica é preciso mencionar algo sobre a grande extinção ocorrida no final do período Cretáceo. Houve já muitas tentativas de explicar esse evento extraordinário: doenças, predadores de ovos, problemas com a reprodução e com a alimentação já foram motivos considerados, mas eventos globais exigem explicações também globais. Apenas causas que tenham afetado a Terra como um todo em um curto espaço de tempo – alguns milhares de anos – devem explicar o desaparecimento abrupto de uma grande quantidade de linhagens de animais.

Embora os dinossauros tivessem atravessado o melhor momento de sua história durante o Cretáceo – algo que veremos adiante –, mudanças climáticas rápidas em toda a Terra causadas pelo impacto de asteróides, aliadas a um intenso vulcanismo, causaram a ruptura dos ecossistemas e a extinção de quase todas as suas linhagens. Quase todas. As aves sobreviveram. Trataremos detalhadamente deste assunto no último capítulo deste livro.

Era Cenozoica: a vez dos mamíferos

Até recentemente entendíamos a extinção dos dinossauros no final do Cretáceo como o gatilho que disparou a grande explosão de diversidade dos mamíferos, observada no registro fóssil contido nas rochas do início da era Cenozoica. De fato, os primeiros fósseis de mamíferos placentários, aqueles não marsupiais ou monotremados, tornaram-se comuns somente nos primeiros dois períodos da era Cenozoica, o Paleoceno e o Eoceno, embora existam evidências da sua presença 80 milhões de anos antes, já no período Jurássico.

No entanto, essa explosão de diversidade tardia somente na era Cenozoica, milhões de anos depois, é o que o registro fóssil nos mostra, e esse registro nunca é absolutamente fiel. Ele pode apontar para um passado diferente daquele que realmente existiu e nos iludir mostrando miragens, simplesmente porque não nos mostra tudo o que aconteceu.

Atualmente, além do registro fóssil, evidências genéticas ajudam os cientistas a estimar quando começaram a aparecer as diferentes linhagens de animais e plantas. Observando o registro fóssil de grupos com representantes modernos e mensurando as diferenças acumuladas nas sequências de genes ou proteínas das espécies sobreviventes, os cientistas desenvolveram uma técnica conhecida como "relógio molecular". Nesse método a identificação das diferenças presentes nos genes de humanos e chimpanzés, bem como o conhecimento da idade dos poucos fósseis deles já encontrados, revela que essas linhagens separaram-se entre cinco e sete milhões de anos atrás. Antes disso, a sequência única de genes ainda estava no ancestral comum. Sabe-se, portanto, com a ajuda dos fósseis, que aquela quantidade de diferenças acumulou-se no genoma durante um período entre cinco e sete milhões de anos. Dessa forma são determinadas as taxas de mudanças relativamente ao tempo.

Ambulocetus, um ancestral das baleias ainda dotado de patas que se aventurava na água em busca de alimento. Seus fósseis foram encontrados no Paquistão, em rochas de 45 milhões de anos.

Em 2007, análises realizadas em uma mesma sequência de genes de 4.545 espécies de mamíferos conhecidas mostraram uma história diferente da observada no registro fóssil. Muitas das linhagens de mamíferos cujos representantes fósseis aparecem pela primeira vez no final do Cretáceo ou no início da era Cenozoica – como os proboscídeos, ancestrais dos elefantes, os primatas, os morcegos e os ancestrais dos Ferae (atuais felinos, cachorros e focas) – já existiam muito antes da grande extinção.

O relógio molecular indicou um período de surgimento de linhagens de mamíferos com placenta, cujos fósseis são raríssimos ou ausentes na era Mesozoica, e sua irradiação, entre 100 e 85 milhões de anos atrás. A esse tempo seguiu-se um longo período de estabilidade e uma segunda fase de diversificação, ocorrida entre os períodos Eoceno, Oligoceno e Mioceno, com um pico por volta de 34 milhões de anos atrás, 31 milhões de anos após a grande extinção do final do Cretáceo.

A extinção dos dinossauros, portanto, de acordo com o relógio molecular, não foi o gatilho para a explosão da diversidade dos mamíferos. O que pode ter ocorrido, na verdade, foi um evento de sobrevivência em massa.

De fato, os mamíferos apoderaram-se dos ecossistemas cenozoicos e cresceram em tamanho. Eles foram criativos para explorar os ambientes: sendo mais inteligentes em virtude dos seus cérebros maiores, logo foram viver em árvores e aprenderam a voar, fazer tocas, correr, pular, escalar e, por fim, voltaram a viver no mar. Em uma dessas aventuras, no período Eoceno, entre 50 e 35 milhões de anos, a evolução transformou grandes mamíferos quadrúpedes que viviam pescando nas margens dos mares em animais totalmente aquáticos, dando início à linhagem dos cetáceos – algo, por exemplo, nunca sucedido com uma linhagem de dinossauro.

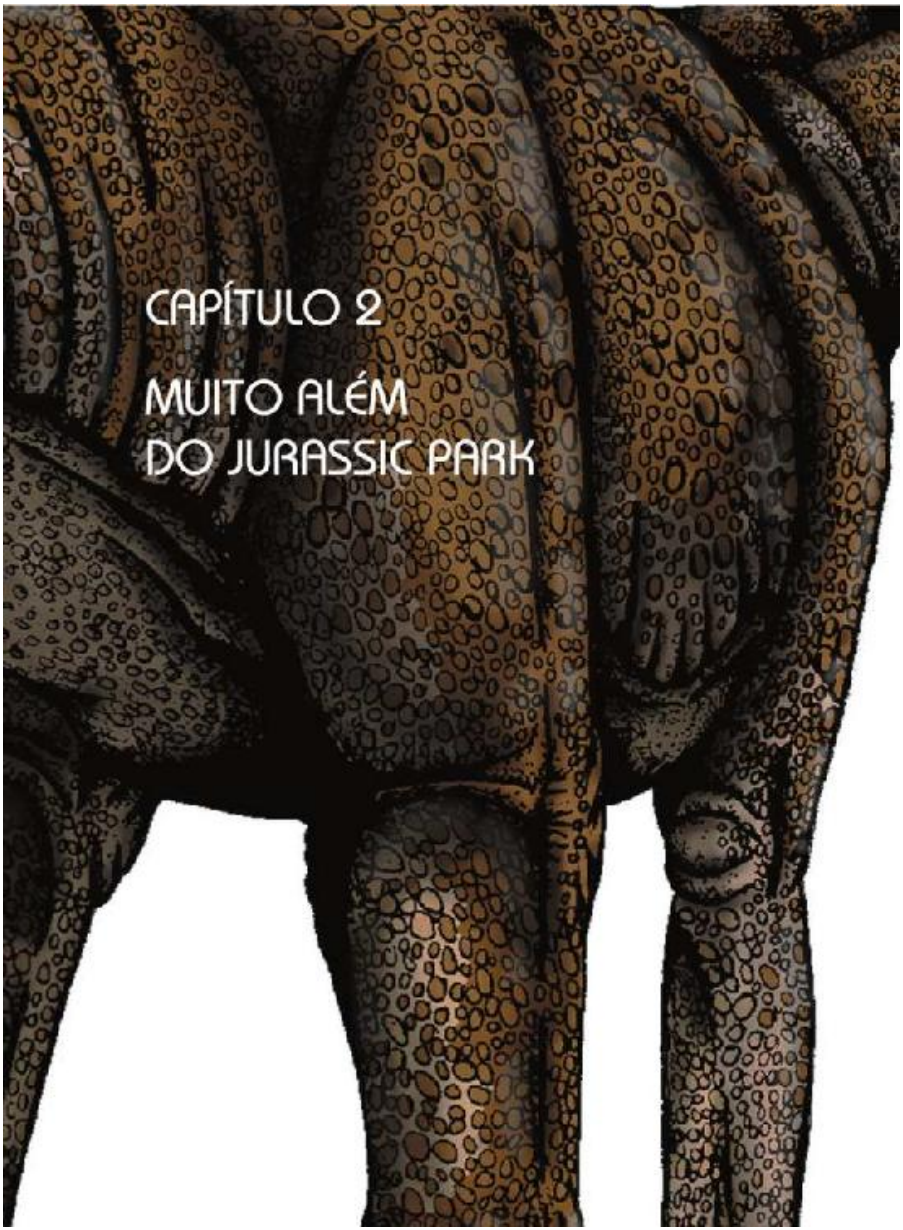
De forma geral, o clima da Terra esfriou gradualmente durante toda a era Cenozoica. Por volta de 35 milhões de anos atrás, durante o Mioceno, ocorreu o isolamento final do continente antártico, dando início à formação dos espessos mantos de gelo que hoje garantem a temperatura média global em torno de 15 graus centígrados. O gelo acumulado na Antártica e no mar à sua volta não apenas produz as correntes marinhas e atmosféricas frias que refrescam o mundo, mas também refletem como um espelho a luz solar que chega ao local, ajudando a aliviar a quantidade de calor que a Terra absorve. A Antártida é muito mais que um continente gelado e misterioso. Ela é a grande reguladora da temperatura terrestre, evitando que a Terra se superaqueça e se torne febril, o que praticamente eliminaria a vida no planeta. Estudar toda aquela massa de gelo e tentar compreendê-la nos capacitará a preservá-la, a fim de garantir a vida na Terra nos próximos séculos. A queda da temperatura causada pelo resfriamento

antártico a partir do Mioceno causou o recuo das florestas, abrindo grandes áreas com vegetação de pequeno porte. Apareceram então as gramíneas, e os pequeninos animais de cinco dedos nas patas que viviam em florestas evoluíram até se tornarem enormes. Hoje eles correm usando apenas um dedo em cada uma das patas: os cavalos.

Nesse mesmo período a Índia terminou sua longa viagem iniciada no começo do Cretáceo, deixando a costa africana para se chocar com a Ásia, no hemisfério norte. Assim nasceu o Himalaia. Os continentes então chegaram ao seu arranjo atual. O relógio geológico já marcava 23 horas e 49 minutos e os ancestrais do homem ainda viviam nas árvores.

Por volta de seis milhões de anos atrás, às 23 horas, 59 minutos e 4 segundos do nosso relógio geológico, origina-se a linhagem que resultará no homem moderno: os primeiros hominídeos. O primeiro homem moderno, o *Homo sapiens*, aparece, entretanto, há 200 mil anos, precisamente às 23 horas, 59 minutos e 24 segundos, e mudou a história da Terra – como é sabido de todos, de forma bastante irresponsável e perigosa.

Mas nosso assunto aqui são os dinossauros. Vamos agora voltar ao período Triássico, ou seja, às 22 horas e 58 minutos do nosso dia geológico, uma hora atrás, para conhecer seus ancestrais e os dinossauros propriamente ditos.


CAPÍTULO 2
MUITO ALÉM
DO JURASSIC PARK

Quem foram os dinossauros?

Mas quem foram os dinossauros? Como sabemos se podemos dizer que determinado esqueleto fóssil pertenceu, ou não, a um dinossauro?

Para se definir qualquer linhagem vivente (animal ou vegetal, ou pertencente a qualquer outro reino) – seja dos tetrápodos, seja dos mamíferos, primatas, moluscos, musgos, angiospermas etc. – é necessário reunir um conjunto de características morfológicas, anatômicas e comportamentais que estejam presentes em todos os membros daquele grupo, ou em algum de seus ancestrais. Por exemplo, os tetrápodos reúnem, entre muitas características, os quatro membros com dígitos, herdados de um mesmo ancestral comum. Um tetrápodo precisa ter quatro membros, com dedos.

Grupos de animais derivados de um mesmo ancestral são chamados monofiléticos, isto é, animais vivos ou fósseis pertencentes a uma mesma linhagem. As tartarugas, cágados e jabutis, por exemplo, formam um grupo monofilético. Grupos monofiléticos compartilham características morfológicas únicas, novidades evolutivas presentes apenas no universo das espécies que os compõem – no caso das tartarugas, uma dessas características, claro, é a carapaça dupla que chamamos de casco (dorsal) e plastrão (ventral). Se não se encontram em todas as espécies de uma linhagem, devem ser observadas ao menos em seus ancestrais. Muitas vezes a evolução subtrai características morfológicas, como aconteceu com as patas dos ancestrais das cobras. Embora não possuam pernas, as cobras pertencem ao grupo monofilético dos tetrápodos. Elas já não possuem pernas, mas seus ancestrais fósseis, sim. Curiosamente, apesar de sua antiguidade, a evolução não retirou ainda o casco das tartarugas, cágados e jabutis. Obviamente, essa característica trouxe vantagens para eles, apesar do peso que precisam carregar.

As novidades evolutivas podem ser feições morfológicas observadas apenas nos ossos ou alterações de comportamento, como a construção de ninhos e o cuidado com filhotes, incorporadas durante o processo de evolução. Essas novidades evolutivas são também conhecidas como características derivadas. Sabe-se, por exemplo, que os mamíferos representam um grupo de animais que teve origem a partir de um mesmo ancestral porque apresentam algumas características derivadas, como os três ossículos no ouvido médio – estribo, martelo e bigorna –, os pelos e a produção de uma secreção – o leite – que alimenta o filhote. Essas características fazem do ser humano um mamífero, assim como o canguru, o tamanduá e as baleias, todos pertencentes ao mesmo grupo monofilético.

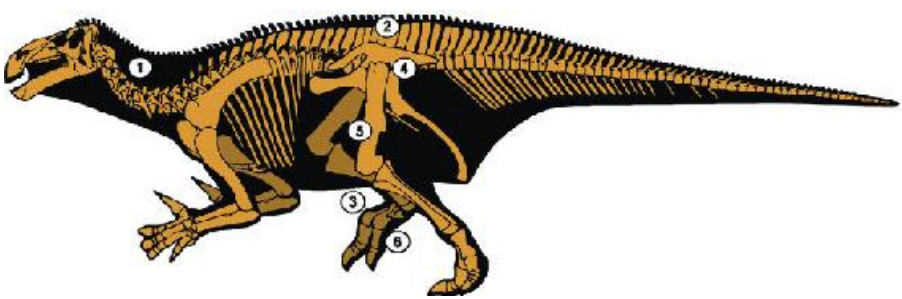
Os dinossauros e o ancestral comum

E os dinossauros, chamados tecnicamente pelos paleontólogos de *Dinosauria*, eles compõem um grupo monofilético? Isto é, tiveram origem a partir de um ancestral comum? Como um grupo monofilético, quais são as características derivadas que compartilham e os definem?

Até 1974 os paleontólogos acreditavam que os dinossauros reuniam animais de origens diversas, ou seja, *Dinosauria* incluía animais de linhagens diferentes com ancestrais diferentes. Os dinossauros, portanto, não eram considerados um grupo monofilético, mas polifilético. Agrupamentos polifiléticos eram comuns no passado. Os primeiros naturalistas reuniam aves e morcegos como animais voadores, obviamente com origem em linhagens distintas (dinossauros e mamíferos); vermes, reunindo animais rastejantes sem um esqueleto interno ou externo, como as planárias e as minhocas. A questão era definir quais características seriam escolhidas para a determinação do parentesco entre os grupos estudados. A capacidade do voo reunia morcegos e aves na categoria de animais voadores. No entanto, as penas, os pelos, os ovos e as glândulas mamárias denunciavam uma origem diferente para esses animais. As características corretas precisavam ser levadas em conta.

A partir de 1974, após uma ampla revisão das espécies até então conhecidas, os paleontólogos reconheceram, em um imenso conjunto de esqueletos, características derivadas compartilhadas por todos os dinossauros, o que indicava uma origem única a partir de um ancestral em algum ponto da linhagem dos arcossauros.

À medida que novas espécies de dinossauros foram descobertas e novos estudos realizados, o conjunto das características que os definem foi sendo reconsiderado, variando em número desde então. Atualmente, diferentes paleontólogos especialistas listam até 25 características derivadas, exclusividades presentes somente nos ossos dos dinossauros. A figura a seguir mostra algumas delas.



Esqueleto de um dinossauro com indicações de algumas das características morfológicas exclusivas (sinapomorfias) que os definem.

1. Pescoço em formato de “S”
2. Ao menos 3 vértebras sacrais fundidas
3. Crista cnemial na tíbia
4. Acetábulo perfurado (abertura entre os ossos da cintura)
5. Fêmur vertical
6. Garras nos dedos 1-3 apenas

As aves: dinossauros contemporâneos

As aves também são dinossauros. Como vimos, um grupo monofilético deve ser representado por todos os descendentes de um mesmo ancestral. Se retirarmos as aves, *Dinosauria* perde seu status de grupo monofilético para tornar-se parafilético – um conjunto de animais que inclui somente descendentes de um mesmo ancestral, cumprindo a primeira exigência que o determina como um monofilético, mas deixa outros descendentes de fora. No esqueleto das aves, no entanto, são encontradas inúmeras características compartilhadas exclusivamente com os dinossauros. As aves derivam da linhagem dos terópodos, que têm, entre os animais mais conhecidos, grandes carnívoros bípedes que pouco lembram uma ave na aparência. É difícil acreditar que um pequeno beija-flor pertence à mesma linhagem do famoso *Velociraptor*, outro dinossauro terópodo. No entanto, essa grande disparidade morfológica entre espécies de uma mesma linhagem é bastante comum na natureza.

Incríveis parentescos

A evolução modela os seres vivos de maneira a torná-los eficientes nos ambientes onde vivem, sem se importar com a aparência. Por exemplo, pense o quanto um morcego lembra um ser humano. À primeira vista, em quase nada. No entanto, ambos são mamíferos. A enorme discrepância na aparência se deve ao fato de que os morcegos aprenderam a explorar o ambiente de forma diferente da dos primatas. Eles aprenderam a voar. Apesar de compartilharem um mesmo ancestral, as estratégias de vida adotadas pelas duas linhagens ao longo de quase 90 milhões de anos tornaram-se muito diferentes, e a evolução determinou mudanças morfológicas em direções distintas, o que fez deles animais muito díspares.

Porém, se seguirmos o caminho inverso das linhagens para analisar seus fósseis, à medida que retornarmos no tempo observaremos animais com aparência cada vez mais próxima. Embora muito distintos, algumas características que fazem deles mamíferos foram mantidas, como os pelos, as glândulas de leite e os ossículos do ouvido médio. Para se ter uma ideia da disparidade morfológica que se

desenvolve através do tempo geológico, após 60 milhões de anos, o colugo – um lêmure-voador aparentado ao morcego que ocorre ainda hoje no sudeste asiático – é, entre todas as espécies animais vivas, o parente mais próximo dos primatas, a linhagem que deu origem ao homem.

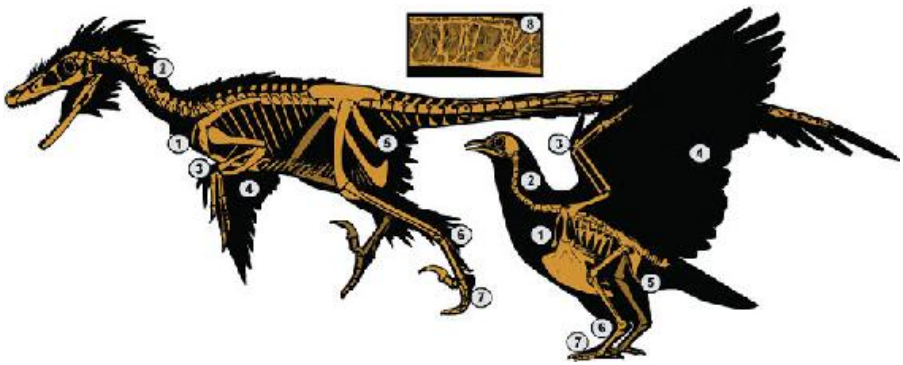
Do *Tyrannosaurus rex* ao beija-flor

Assim, para compreendermos o parentesco das aves com os dinossauros, o que precisamos identificar é se as linhagens compartilham características derivadas, as novidades evolutivas exclusivas, e não se elas apresentam a mesma aparência. As aves compartilham muitas dessas novidades com os dinossauros. O processo que fez deles animais com aparência distinta assemelha-se ao caso das linhagens dos morcegos e dos seres humanos, isto é, estratégias de vida diferentes. As aves são dinossauros que aprenderam a voar, e as mudanças morfológicas ocorridas para permitir o voo fizeram delas dinossauros muito diferentes daqueles como os imaginamos. As aves, porém, retiveram várias características que compartilham exclusivamente com os dinossauros, como as penas, a fúrcula – o "osso do desejo", aquele com o qual tiramos a sorte após comer o frango assado –, a microestrutura da casca do ovo etc. Fazendo novamente o caminho inverso, observando exemplares fósseis do início das linhagens, nem mesmo para um paleontólogo é fácil distinguir dinossauros aves de dinossauros não aves nos fósseis do período Jurássico. *Archaeopteryx*, um dinossauro emplumado que viveu durante o período Jurássico na região que hoje corresponde à Alemanha, é considerada a mais antiga ave. Por quase um século esse fóssil intrigou os paleontólogos no que diz respeito ao parentesco. Ele tinha cauda, dentes, dedos das mãos não fundidos, e era bípede como os dinossauros terópodos, mas era capaz de voar e tinha penas. É um ótimo exemplo do chamado "elo evolutivo".

O tempo de separação desde o primeiro *Archaeopteryx*, a primeira ave, e os dinossauros ocorreu por volta de 140 milhões de anos atrás – período duas vezes e meia maior que a separação das linhagens dos colugos/morcegos e dos primatas. Tantas foram as mudanças incorporadas que atualmente é fácil distinguir as aves dos dinossauros gigantes extintos, pois a aparência não deixa dúvidas. Da mesma forma como é fácil diferenciá-los, também é difícil acreditar que derivaram de uma mesma linhagem, ou que as aves são mesmo dinossauros. Mas os paleontólogos têm a perspectiva histórica e conhecem a série de modificações implementadas pela evolução no decorrer do tempo geológico. Acredite: o pequenino beija-flor é um

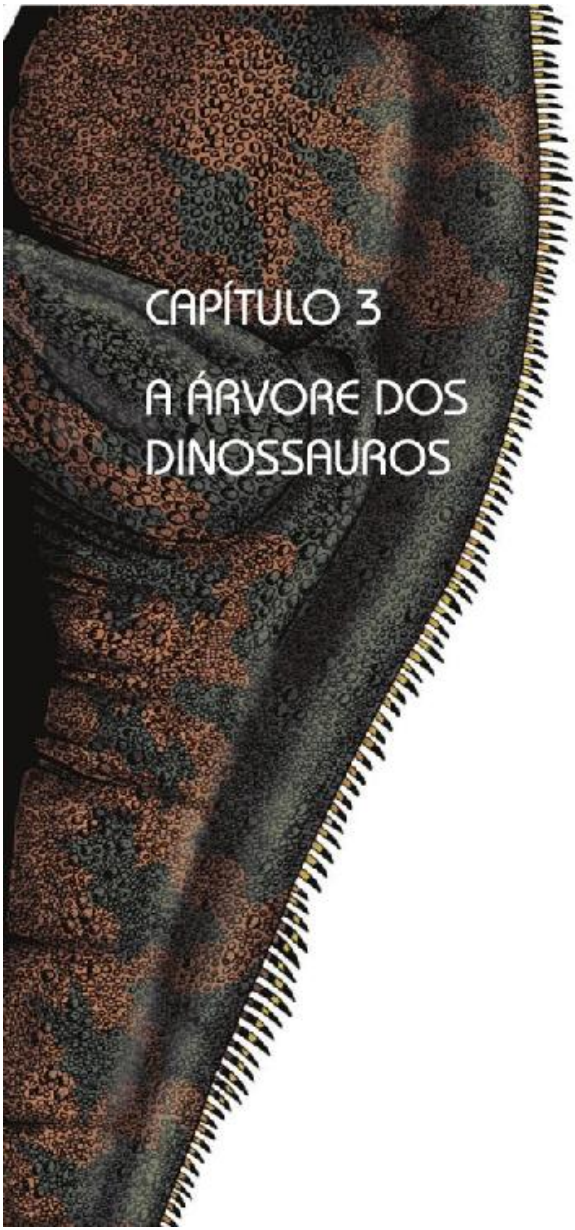
dinossauro terópodo tanto quanto o foi o *Tyrannosaurus rex*. Esse é o resultado da atuação da evolução durante milhões de anos em estratégias de vida diferentes.

Veja algumas das características presentes exclusivamente nas aves e nos dinossauros – suas características derivadas compartilhadas, que indicam que eles vieram de um mesmo ancestral.



Esqueleto de algumas das características compartilhadas exclusivamente pelas aves e pelos dinossauros, demonstrando o seu parentesco íntimo.

1. Clavículas fundidas formando a fúrcula
2. Pescoço em forma de “S”
3. Punho flexível
4. Penas
5. Osso púbico levemente rebatido para trás
6. Metatarso alongado
7. Pés com 4 dedos, mas suportados por apenas três
8. Ossos ocos com paredes finas


CAPÍTULO 3
A ÁRVORE DOS
DINOSSAUROS

Dois grandes grupos: ornitischia e saurischia

Os dinossauros podem ser reunidos em dois grandes ramos: ornitísquios e saurísquios. Os saurísquios deram origem a outras duas linhagens: os sauropodomorfos, que incluem os prossaurópodos e os saurópodos, e os terópodos, dos quais se originaram as várias linhagens de dinossauros carnívoros e as aves.

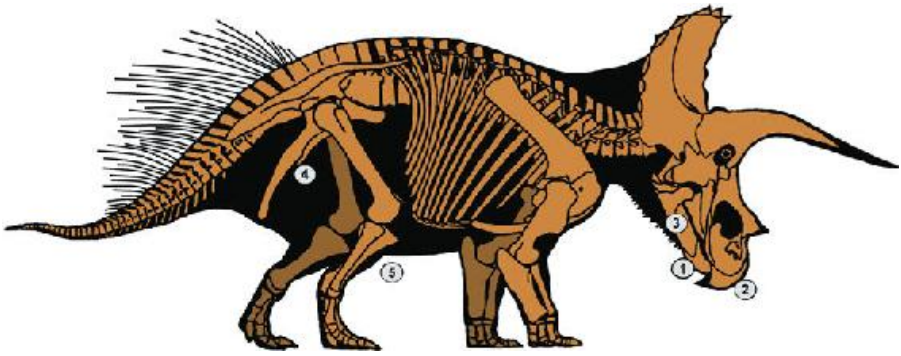
Cada um desses grandes grupos possui características exclusivas ligadas às estratégias de vida por eles adotadas. A evolução atua sempre da mesma maneira, tornando os animais eficientes de acordo com as mudanças ocorridas em seu ambiente ou no seu contexto ecológico.

Ornithischia

Os esqueletos dos ornitísquios possuíam um osso extra chamado pré-dentário, localizado na extremidade da mandíbula. Esse osso sustentava um bico córneo semelhante ao de uma ave e era usado para cortar plantas, pois os ornitísquios eram herbívoros. Além disso, seus dentes eram especialmente adaptados para triturar vegetais; o dedão da pata anterior era rígido, às vezes dotado de um espinho, usado como defesa nas lutas contra predadores. O osso púbico era voltado para trás, adaptação para abrir espaço na cavidade abdominal para receber grandes quantidades de vegetais. O fato de o osso púbico estar rebatido posteriormente, como nas aves, também deu origem ao nome do grupo, que significa “cintura de ave”. Curiosamente, como veremos, as aves se originaram da outra grande linhagem dos dinossauros.

Os ornitísquios foram tanto quadrúpedes quanto bípedes. Entre os mais antigos está o pequeno *Pisanosaurus*, de apenas 1 metro de comprimento. Seu esqueleto foi encontrado em rochas do período Triássico da Argentina. No Brasil, durante muito tempo só foram encontrados vestígios de dinossauros ornitísquios, isto é, pegadas em rochas de idade cretácea expostas na região Nordeste do país. Mais recentemente surgiram algumas evidências corporais compostas por esqueletos parcialmente preservados em rochas do período Triássico – fato interessante por se tratarem dos primeiros representantes da linhagem encontrados no Brasil –, além de fragmentos isolados em rochas do Cretáceo. Sobre isso falaremos mais adiante. Seus fósseis são, portanto, raríssimos no Brasil. Entre os ornitísquios estão gigantes do Jurássico da América do Norte, como o *Stegosaurus*, e os imensos representantes do período Cretáceo, o *Triceratops*, que possuíam três

grandes chifres na cabeça, além dos espetaculares *Parasaurolophus*, que possuíam cristas enormes usadas como trombetas. Cada um desses representa as principais linhagens de dinossauros ornitísquios: *Thyreophora*, *Marginocephalia* e *Ornithopoda*.



Triceratops e as principais características morfológicas dos ornitísquios

1. Presença de um osso extra na mandíbula, o pré-dentário
2. Presença de um bico córneo da parte da frente do focinho
3. Dentes adaptados para triturar vegetais
4. Osso púbico voltado para trás
5. Postura preferencialmente quadrúpede (alguns eram bípedes)

Saurischia

Os saurísquios formam o outro grande grupo de dinossauros. Entre as características derivadas de fácil visualização nos esqueletos dessa linhagem encontra-se o relativo alongamento da pata anterior e o pescoço alongado com duas curvaturas, em muitas espécies adotando levemente o formato de "S".

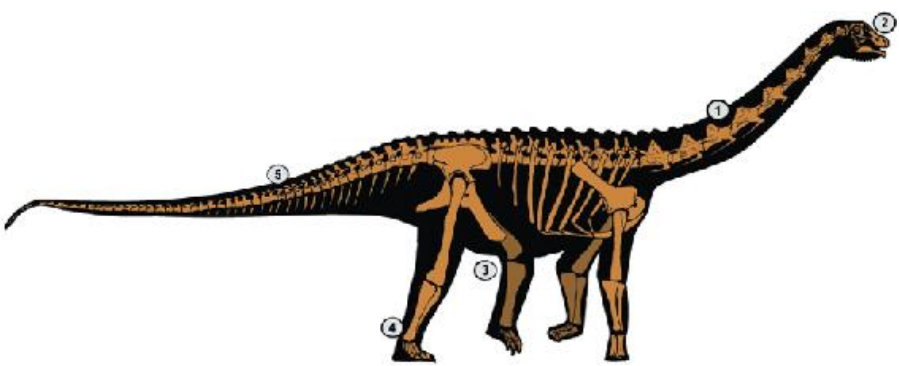
Como o tronco principal de uma árvore que se subdivide em troncos menores, galhos e ramos, a árvore dos dinossauros vai tomando forma com as diferentes linhagens. Os saurísquios também incluem grupos monofiléticos menores, como os sauropodomorfos, dos quais se originaram os gigantescos saurópodos e os desconhecidos prossaurópodos, uma linhagem extinta logo no início do período Jurássico; e os famosos terópodos, carnívoros gigantes ou pequeninos, dos quais derivaram as aves.

Sauropodomorpha

Os primeiros sauropodomorfos viveram provavelmente no Brasil *(Unaysaurus)* e certamente na Argentina *(Riojasaurus)*, durante o período Triássico, e na África *(Vulcanodon)*, durante o Jurássico. Desse

ramo nasceram os maiores animais que já pisaram os continentes, os saurópodos, e os praticamente desconhecidos prossaurópodos.

Os saurópodos foram gigantes herbívoros de pescoço muito longo que apareceram pela primeira vez no período Jurássico. Eles ganharam popularidade com o desenho animado *Os Flintstones*, em que são usados como guindaste por Fred Flintstone e outros operários da Idade da Pedra. Brincadeiras à parte, é sempre bom lembrar que os dinossauros, saurópodos ou não, com exceção das aves, nunca conviveram com o homem. Entre as características derivadas que definem os saurópodos estão: o grande tamanho; a cabeça relativamente pequena, com dentes fortes e alongados, adaptados para cortar a vegetação; aberturas da narina ampliadas, normalmente localizadas muito próximas da cavidade dos olhos; além de cauda e pescoço bem longos. Os membros anteriores e posteriores eram robustos e eretos como colunas e seus pés eram semelhantes aos dos elefantes, adaptados para suportar uma massa corporal que em muitas espécies passava de 50 toneladas, e em algumas chegava a 100! Estar diante do esqueleto de uma criatura como essa, o maior dinossauro do mundo, é uma experiência singular na vida de qualquer ser humano. Você poderá fazer isto no Museu Carmen Funes, na pequena cidade de Plaza Huincul, região oeste da Patagônia argentina. No Brasil temos já alguns esqueletos de saurópodos montados em museus, como no Museu de História Natural de Taubaté, no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo e no Museu Nacional do Rio de Janeiro.



O titanossauro e as principais características morfológicas dos saurópodos

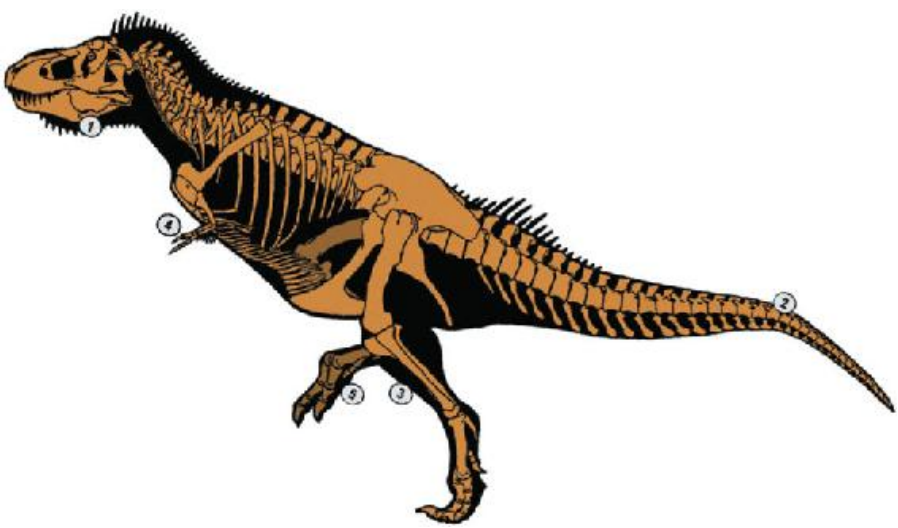
1. Pescoço normalmente alongado
2. Cabeça desproporcionalmente pequena em relação ao corpo
3. Dotado de membros colunares
4. Postura quadrúpede
5. Cauda normalmente alongada

Entre os primeiros dessa linhagem está *Vulcanodon*, um pequeno saurópodo de aproximadamente 7 metros de comprimento encontrado na África, em rochas do início do período Jurássico.

Os esqueletos dos saurópodos são encontrados em todo o mundo em rochas do Jurássico e Cretáceo e, como veremos, compõem boa parte dos dinossauros conhecidos no Brasil.

Esqueletos dos prossaurópodos mais antigos foram encontrados em rochas do período Triássico do Brasil e da Argentina. Esse grupo de dinossauros herbívoros ocupou o espaço deixado pelos sinápsidos – dicinodontes e rincossauros, herbívoros comuns no Brasil e parte do orgulho da paleontologia gaúcha – ainda no início do período Triássico. Os prossaurópodos são pouco conhecidos por serem raros: são menos de vinte espécies em todo o mundo, pertencentes a uma linhagem que perdurou pouco tempo, entre 15 e 20 milhões de anos. Eles são caracterizados pelo comprimento da cabeça próximo da metade do comprimento do fêmur, e pelo dedão das patas anteriores, o pólux, que possuía uma garra e era torcido em direção à palma da mão. Entre os mais antigos conhecidos está o *Unaysaurus tolentinoi*, encontrado em rochas do período Triássico do Brasil.

Os terópodos



O *Tyrannosaurus* e as principais características morfológicas dos terópodos.

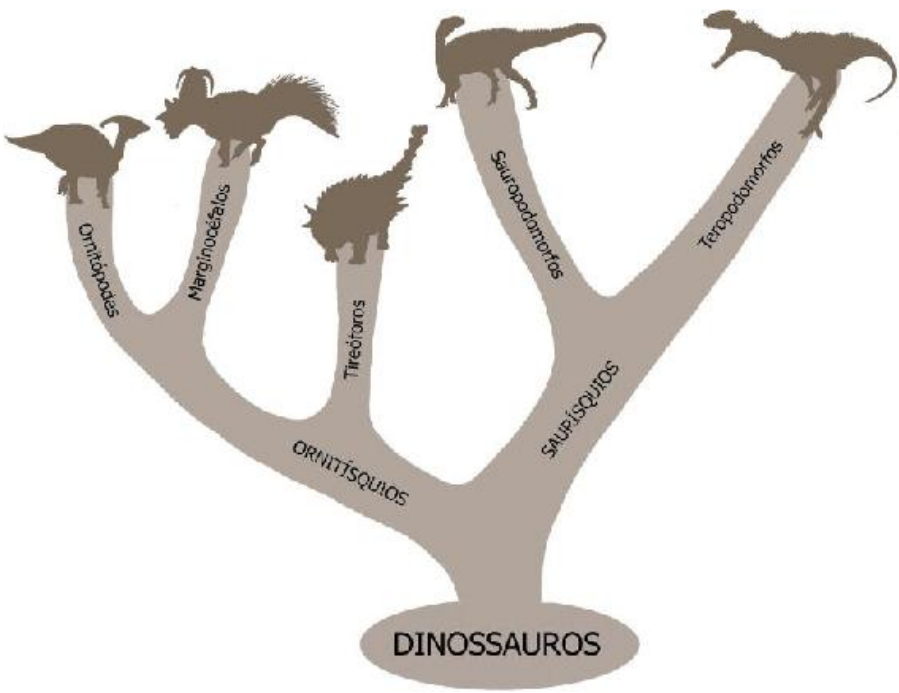
1. Articulação intramandibular
2. Cauda alongada e rígida
3. Postura bípede
4. Membros dianteiros muito menores do que os traseiros
5. Patas traseiras com quatro dígitos, sendo um atrofiado

O outro grande ramo dos saurísquios, muito variado e bem mais conhecido, é composto pelos dinossauros terópodos – todos predadores carnívoros bípedes. As características derivadas que os

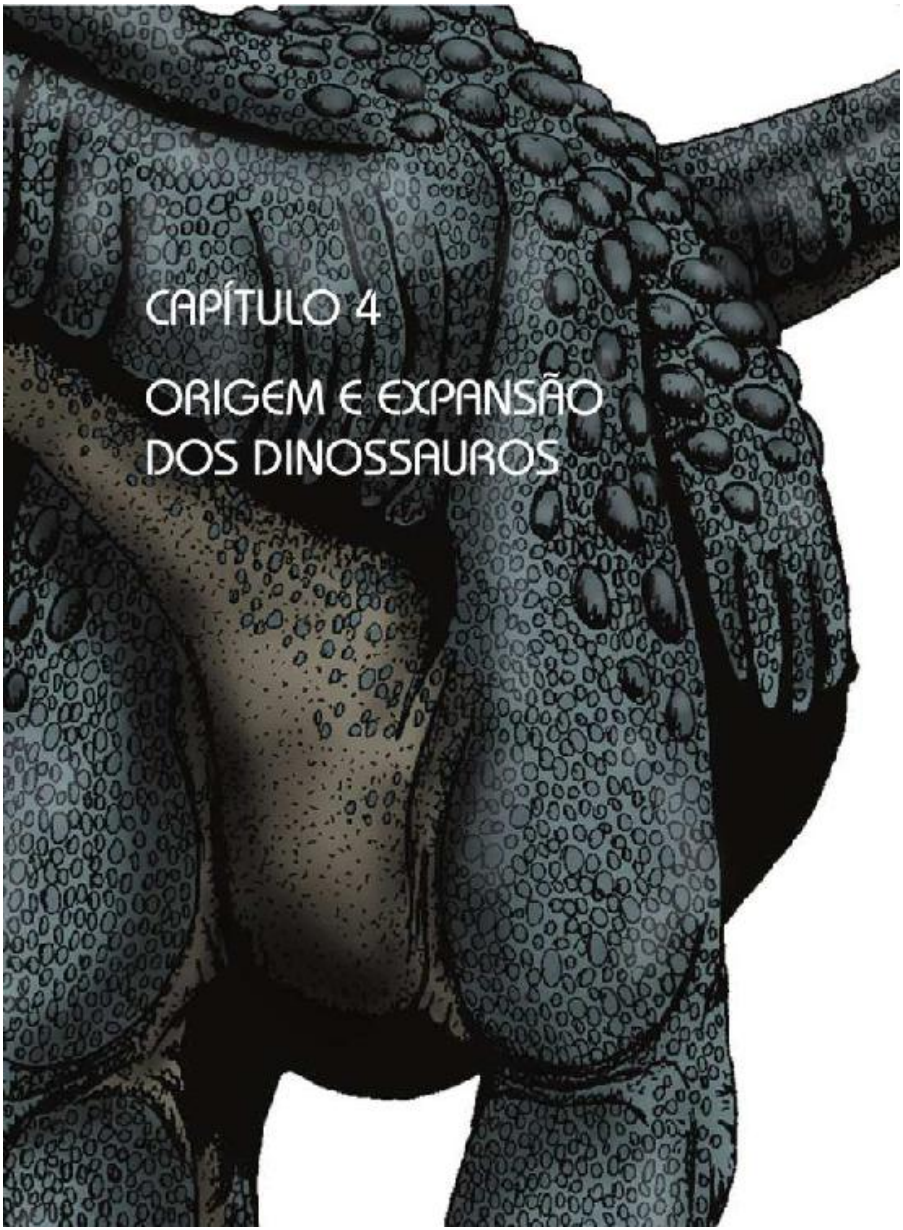
definem têm ligação com o modo de vida predador desenvolvido por eles. Entre elas os dinossauros terópodos tinham, na mandíbula, uma articulação extra que possibilitava a captura da presa de modo mais eficiente e seguro; suas patas anteriores eram alongadas, com dedos suportando garras longas e afiadas, capazes de agarrar as presas e manipulá-las com maior destreza; tinham um longo osso púbico voltado para a frente e expandido na extremidade, formando um "pé púbico" sobre o qual podiam apoiar o corpo para descansar; e a cauda enrijecida por ossos alongados das vértebras, que conferia estabilidade durante as caçadas.

Entre os mais antigos terópodos conhecidos está o *Guaibasaurus*, outro dinossauro brasileiro encontrado em rochas do período Triássico. Entre as inúmeras linhagens dos terópodos que se ramificaram encontram-se as aves, de modo que os dinossauros terópodos ainda estão representados atualmente, e em grande variedade. Podemos até dizer que atualmente no Brasil vive um imenso, se não o maior, número de dinossauros do mundo.

Embora os ornitísquios sejam raríssimos, todas as outras linhagens acima mencionadas estão representadas no Brasil, como veremos adiante.



Cladograma mostrando a relação de parentesco entre os principais grupos de dinossauros.



CAPÍTULO 4

ORIGEM E EXPANSÃO DOS DINOSSAUROS

Linhagem de grande sucesso

O surgimento dos primeiros dinossauros não foi um evento incomum ou extraordinário na história da vida. Durante quase 270 milhões de anos de história dos vertebrados, até meados do período Triássico, quando os dinossauros apareceram, muitas linhagens de sucesso já haviam evoluído e chegado a um fim. Por milhões de anos, as pequenas novidades morfológicas foram incorporadas e retidas no genoma dos animais, ou dele descartadas, e continuamente transferidas das espécies ancestrais para as novas linhagens. Assim como os dinossauros, muitos grupos de vertebrados – como tubarões e peixes ósseos, anfíbios, crocodilos, pterossauros (répteis voadores) e mamíferos – diversificaram-se muito após sua origem e tornaram-se animais de grande sucesso.

O que surpreende nessa história, no entanto, é o fato de que os dinossauros se tornaram dominantes na fauna terrestre alguns milhões de anos após sua origem e pelos 120 milhões de anos que se seguiram, e também de a paleontologia ainda não ter encontrado a justificativa para tamanho sucesso. Embora os pterossauros tenham se tornado enormes e dominado os ares durante a era Mesozoica, o aparecimento dos dinossauros voadores – as aves – acelerou o declínio da sua linhagem, e eles já não dominavam o céu no final do período Cretáceo. Pouco depois do aparecimento dos dinossauros, nos 120 milhões de anos seguintes, praticamente todos os animais em terra firme com mais de 1 metro de comprimento era um deles.

Nas últimas décadas, acreditava-se que os dinossauros haviam tomado essa posição de destaque porque acumularam novidades evolutivas que fizeram deles animais mais eficientes que seus contemporâneos. Eles ganharam uma competição. Pensava-se que, durante o final do Triássico, os dinossauros tinham gradualmente eliminado a fauna terrestre composta por sinápsidos, como os dicinodontes e os cinodontes, os esquisitos rincossauros e poderosos arcossauros, como os fitossauros e os rauissuquídeos.

No entanto, a extinção de todos esses animais não aparece gradualmente nas rochas, mas de maneira abrupta, indicando um ou talvez dois eventos catastróficos de mortalidade em massa. Eles teriam ocorrido por volta de 200 milhões de anos atrás, no limite entre os períodos Triássico e Jurássico. Em rochas dessa idade existem evidências do impacto de um asteróide e de um extenso vulcanismo, episódios normalmente associados às grandes extinções.

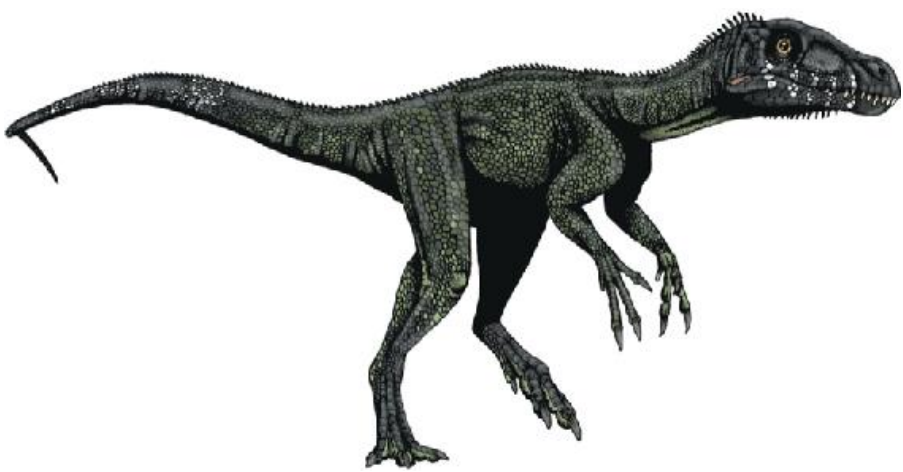
Atualmente, acredita-se que os dinossauros se tornaram dominantes e muito diversificados por causa das várias adaptações incorporadas

pelo grupo, como a postura bípede e os membros diretamente abaixo do corpo, mas principalmente porque se apoderaram do espaço vazio deixado por seus contemporâneos, que desapareceram completamente nos eventos de extinção ocorridos no final do Triássico. No primeiro desses eventos desapareceram os dicinodontes, os rincossauros e os cinodontes herbívoros – provavelmente em virtude da extinção da flora da qual se alimentavam – abrindo espaço para que os dinossauros herbívoros – os ornitísquios – se irradiassem aproveitando a nova flora. No segundo, desapareceram os carnívoros fitossauros e raissuquídeos, e então foi a vez dos dinossauros predadores.

Mas a razão pela qual os dinossauros não foram extintos juntamente com esses animais a paleontologia ainda não conseguiu explicar. No final do Triássico, as principais linhagens de dinossauros já existiam, mas a grande explosão de diversidade era ainda incipiente. Os ecossistemas não estavam repletos de dinossauros. A fauna dinossauriana era composta principalmente por animais pequenos, muitos dos quais onívoros, com estratégias de vida mais resistentes a variações climáticas ou a outros tipos de interferência ecológica.

Os primeiros dinossauros

Os dinossauros mais antigos são encontrados em rochas do período Triássico da Argentina e do Brasil, com idades entre 228 e 220 milhões de anos. *Eoraptor lunensis* e *Herrerasaurus ischigualastensis*, da Argentina, e *Staurikosaurus pricei* e *Saturnalia tupiniquim*, do Brasil (entre outros), são os mais famosos.

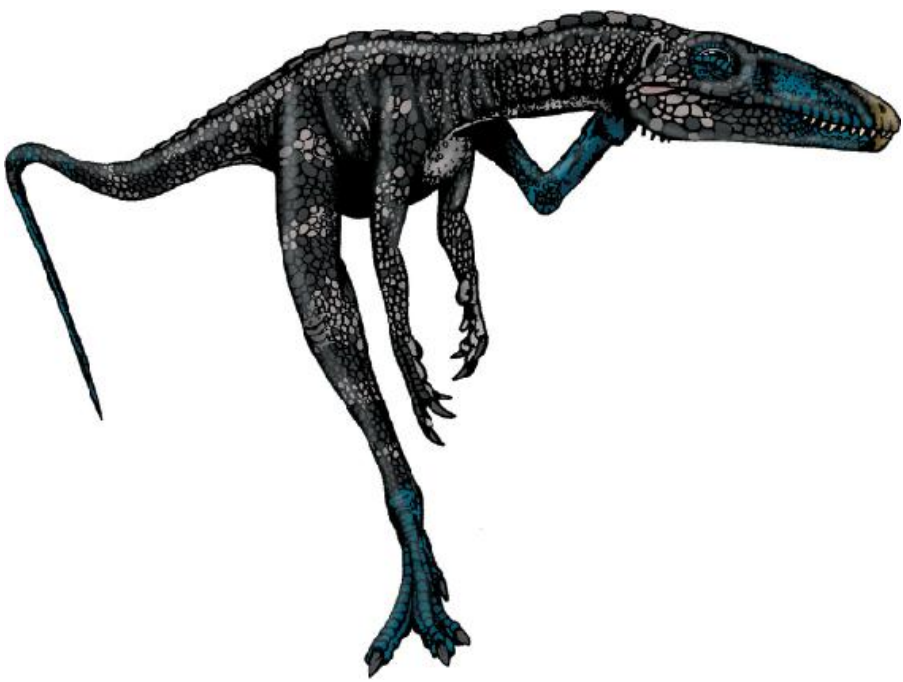


Eoraptos lunensis encontrado em rochas do período Triássico da Argentina, o mais antigo dinossauro conhecido (1,5 metro de comprimento).

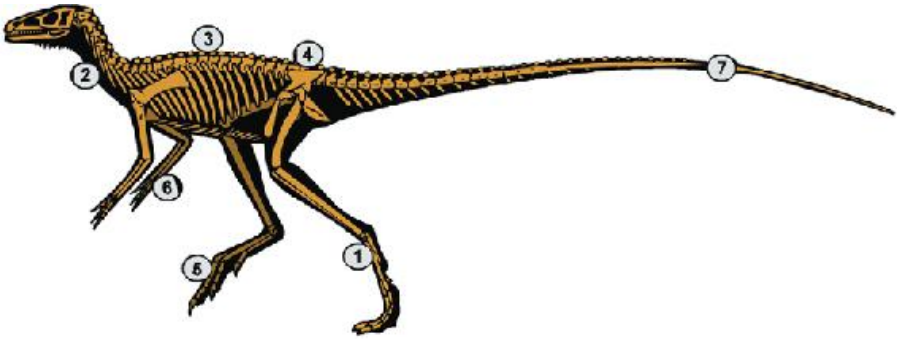
Ancestrais comuns

Entre os animais que compartilham ancestrais comuns muito próximos aos dinossauros estão alguns dinossauromorfos da Argentina, como o *Lagerpeton* e o *Marasuchus*, ambos predadores bípedes muito semelhantes na forma geral aos primeiros dinossauros. Seus esqueletos foram encontrados em rochas dez milhões de anos mais antigas do que aquelas em que foram descobertos os primeiros dinossauros. Essas rochas compõem a formação Ischigualasto, no vale da Lua, um parque nacional aberto à visitação situado no norte da Argentina, um passeio imperdível para aqueles que gostam de aventuras em uma paisagem não apenas deslumbrante do ponto de vista geográfico, mas também temporal, pois guarda vestígios fósseis não encontrados em nenhum outro lugar do mundo.

Os restos fósseis do *Lagerpeton* são escassos e mal preservados, mas sabe-se que era um predador ágil que podia alcançar até 70 centímetros de comprimento.



Um dos mais prováveis ancestrais dos dinossauros. Este pré-dinossauro foi encontrado em rochas pouco mais antigas que as do *Eoraptor lunensis*, o mais antigo dinossauro conhecido.



O esqueleto do Marasuchus mostra algumas características semelhantes (1, 2, 5, e 7) e outras distintas (3, 4, 6) àquelas dos primeiros dinossauros, estando muito próximo a eles tanto no tempo geológico como na sua anatomia.

1. Predador bípede
2. Pescoço em forma de “S”
3. Placas ósseas sobre o corpo
4. Apenas 2 vértebras sacrais fundidas
5. Pernas mais longas que braços
6. Membros anteriores alongados
7. Cauda longa

Marasuchus foi outro pequeno predador de aproximadamente 30 centímetros de comprimento. Seu esqueleto apresenta muitas características que o aproximam em aparência dos primeiros dinossauros. Por exemplo, era um predador bípede, possuía pernas mais longas que os braços e um pescoço comprido em forma de “S”. No entanto *Marasuchus* ainda apresentava placas ósseas sobre o corpo, apenas duas vértebras sacrais fundidas, ossos da cintura pélvica pouco desenvolvidos, se comparados com os dos primeiros dinossauros, e a abertura entre os ossos da cintura (o acetábulo, formado entre o ísquio, o ílio e o púbis) não completamente formada. Essas características o deixam de fora do grupo monofilético dos dinossauros. Seu esqueleto, no entanto, nos dá melhor ideia da aparência dos ancestrais mais próximos dos dinossauros. Ambos representam de maneira exuberante animais intermediários que comprovam a evolução até para o mais incrédulo adepto do criacionismo.

CAPÍTULO 5

EM BUSCA DE "MÁQUINAS DO TEMPO"

Antigos habitantes do Pangea

Como vimos, os primeiros dinossauros surgiram quando todos os continentes atuais ainda estavam ligados em uma única massa continental, o Pangea. Esse supercontinente perdurou por 50 milhões de anos, até meados do período Jurássico, intervalo de tempo suficiente para os dinossauros darem origem às principais linhagens conhecidas e se espalharem por toda a Terra. Por isso, seus fósseis são hoje encontrados em rochas sedimentares de todos os continentes, do Alasca à Antártida, da América do Sul à Nova Zelândia.

Os fósseis dos dinossauros conhecidos, embora representados por uma pequena parte das espécies que existiram – estimativas indicam a existência de pelo menos 90 mil –, contam-nos, de forma inigualável no mundo da paleontologia, uma história quase inteligível da sua evolução. Quantos esqueletos ainda serão descobertos e, o que é ainda mais importante, estudados?

Ao contrário do que muitos pensam, os fósseis não são comuns nas rochas. Na verdade, são bastante raros em toda a Terra – pelo menos nas rochas expostas na superfície a que temos acesso. Na grande maioria das ocorrências, eles são difíceis de encontrar, bem como de serem completamente retirados da rocha matriz em condições de estudo. Em raras ocorrências, eles são abundantes ou de fácil remoção. Aquelas com alta ou baixa qualidade de preservação são decorrentes do complexo contexto ambiental e biológico necessário para que as partes duras, ou moles, ou mesmo as marcas de suas atividades (pegadas, por exemplo), fiquem preservadas nas rochas, isto é, sobrevivam à intensa dinâmica da crosta terrestre e, por fim, resistam aos tratores e aos martelos dos paleontólogos.

A preservação dos fósseis

A preservação de restos fósseis requer condições ligadas tanto ao estilo de vida e estrutura corporal quanto ao ambiente onde ocorreu a morte do organismo. Por exemplo, animais que não possuem partes mineralizadas ou partes duras, como conchas ou esqueletos, apresentam baixa possibilidade de preservação se comparados com os animais que as possuem. Essas partes são normalmente transportadas por enxurradas ou correntezas e, se não forem rapidamente soterradas, podem ser perdidas. Por exemplo, sob condições de clima semiárido como o da savana africana atual, ossos de mamíferos de grande porte, se expostos ao ambiente após a morte, sobreviverão por cerca de vinte anos. Em outras palavras, se esses ossos não forem recobertos ou

soterrados nesse período, serão pequenas as chances de preservação. Por outro lado, estruturas pequenas como os dentes têm alto potencial de preservação por causa da alta dureza do esmalte que as envolve.

Assim, uma medusa, que vive no ambiente marinho mais próximo dos continentes – onde a chance de preservação é muito alta, em virtude da constante chegada de sedimentos –, é um animal com baixo potencial de preservação, pois não tem partes duras, e apenas em condições extraordinárias pode deixar vestígios de sua existência, tal como a impressão de seu corpo. Por outro lado, fósseis de animais, como os moluscos, que possuem carapaças duras – as conchas –, são comuns em rochas depositadas nos ambientes marinhos rasos de todo o mundo, em todas as idades, desde que se tornaram comuns após a explosão cambriana. A presença de componentes rígidos, como uma concha de carbonato de cálcio ou um esqueleto ósseo, portanto, é determinante para aumentar as chances de preservação.

A história da preservação ou não de partes orgânicas mineralizadas, ou seja, partes duras, continua após a morte de um organismo. A carcaça de um animal pode ainda permanecer exposta a vários tipos de agente que poderão destruí-la; seus tecidos moles, ser consumidos por bactérias ou organismos carniceiros. Estes últimos podem despedaçar e triturar os ossos. A exposição ao ar, à água e às variações de temperatura tornará os ossos friáveis e quebradiços. As chuvas transportarão seus pedaços, e seus fragmentos chegarão aos ambientes aquáticos (rios, lagos, deltas etc.), podendo ser intensamente transportados e desgastados, até desaparecerem. É, portanto, fundamental que essas partes rígidas também recebam algum tipo de proteção (a cobertura por sedimentos).

Ambientes e recobrimentos propícios

Embora praticamente toda a superfície do fundo oceânico e, pouco mais tarde, também os continentes tenham acolhido algum tipo de ser vivo formado de partes rígidas com alguma possibilidade de preservação, os fósseis não se formaram em todos os lugares. Eles podem ser mais comuns em determinadas rochas, como aquelas dos sedimentos marinhos, e menos comuns, ou mesmo ausentes, em outras. Ambientes que constantemente recebem sedimentos transportados pela água, como os mares e oceanos, lagos, rios e suas planícies de inundação, ou pelo vento, como os desertos (nesse caso, se a vida estiver presente), são potencialmente propícios à preservação de fósseis. Já em ambientes que não recebem sedimento e estão sujeitos à ação contrária da acumulação, ou seja, a erosão, o potencial de preservação de partes duras é muito baixo. Por exemplo, em

regiões de algum declive, como a encosta de uma montanha, os sedimentos não se acumulam.

É bem verdade que existem fósseis preservados em diferentes tipos de material. Em alguns casos, a proteção ocorreu porque os animais ficaram imersos em "lagos" de betume, por causa da exposição dos lençóis de óleo na superfície. Segundo os relatos bíblicos, Noé fez uso desse tipo de material a fim de impermeabilizar sua arca de 200 metros de comprimento. Ele provavelmente teria encontrado vestígios de animais fossilizados se suas fontes fossem suficientemente profundas, e tivesse procurado por eles. O mais famoso sítio paleontológico que preserva restos de vertebrados e de outros organismos em betume está na América do Norte, na cidade de Los Angeles. Lá fica o Museu La Brea Tar Pits. Embora o betume ainda escorra pelas passarelas dos jardins externos do museu, impregnando de piche a sola dos sapatos dos visitantes, a coleção de fósseis que lá se encontra é parada obrigatória para quem visita aquela cidade.

Fósseis de animais pré-históricos pouco mais antigos que Noé, de cerca de dez a vinte mil anos, foram encontrados preservados no gelo. Diferentemente do que imaginamos, esses animais não foram achados em blocos de gelo transparentes flutuando como *icebergs* nos oceanos. Nas regiões mais frias da Sibéria, junto ao círculo polar ártico, o solo permanece congelado há milhares de anos. Animais imensos como mamutes, aprisionados há milhares de anos em cavidades do solo, têm sido encontrados desde há muitos séculos. O gelo também preservou Otzi, o homem do gelo, encontrado por montanhistas em 1991 em uma geleira em processo de degelo, nas montanhas situadas entre a Itália e a Áustria. Estimou-se que ele teria vivido em 3300 a.C. Se isso for comprovado e as idades extraídas da Bíblia também forem precisas, e tivesse Otzi nascido 50 anos mais tarde, ele teria ouvido falar de um homem que procurava por betume para calafetar uma arca que construía no deserto da Arábia. Otzi é o mais antigo ser humano conhecido, mas o gelo o manteve intato, como se tivesse morrido há apenas algumas semanas. Atualmente, no imenso deserto frio da Antártida, não é incomum encontrarmos, sobre as geleiras, carcaças de focas ou lobos marinhos mumificados, com pele e órgãos preservados por causa da desidratação e da lenta decomposição. Quem sabe o que o tempo tem reservado para eles e para as futuras gerações de paleontólogos?

A resina vegetal (âmbar) também teve um papel importante na preservação de organismos. Essas resinas, que comumente escorrem de troncos de árvores através de pequenos ferimentos, envolveram no passado uma infinidade de animais e plantas. Insetos em diferentes estágios de metamorfose, lagartos e até mesmo pequenos mamíferos são hoje encontrados nessa resina fóssil. O mesmo produto químico

retirado atualmente dessas resinas para a produção de produtos de limpeza atuou no passado geológico como bactericida, retardando a decomposição dos organismos ali aprisionados. Grandes quantidades de âmbar com todo tipo de fósseis de animais e plantas são hoje encontrados nas praias do mar Báltico. Eles derivam de florestas que cobriam a costa sul da península escandinava entre 35 e 40 milhões de anos atrás. Uma vez destacados dos troncos com os animais aprisionados, acabaram sendo incorporados aos sedimentos marinhos. Estes, por sua vez, transformados em rocha, são atualmente erodidos, o que os faz liberar grandes quantidades de âmbar com fósseis no seu interior. Até mesmo bolhas de ar ficaram aprisionadas na resina e forneceram pistas aos cientistas sobre a composição da atmosfera daquela época.

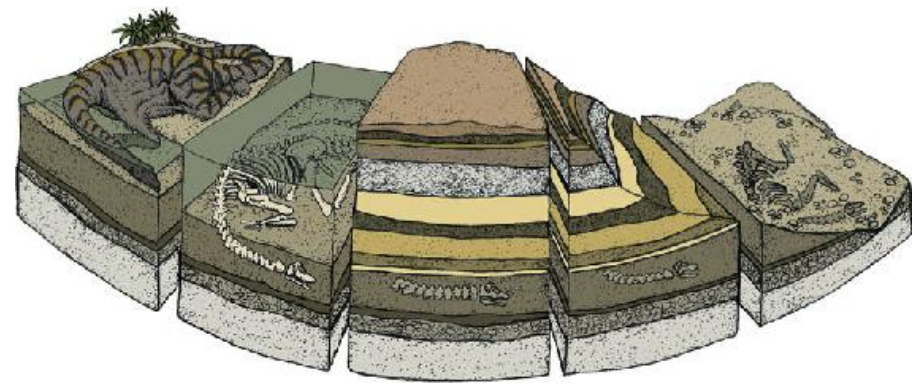
Outro ambiente favorável à mumificação de cadáveres e à preservação de esqueletos é o ambiente cavernícola: cadáveres ou animais ainda vivos chegam até esses locais ao precipitarem por abismos, muitas vezes decorrentes do colapso do teto das cavernas. Comumente muito secos e inacessíveis, nesses ambientes tecidos e ossos podem ficar preservados por milhares de anos, seja mumificados, em se tratando de uma caverna seca, seja encobertos por crostas de carbonato de cálcio, no caso de cavernas onde a água ainda esteja fluindo. A pele, ainda com pelos e excrementos, de uma preguiça gigante já foi encontrada no interior de cavernas da Patagônia argentina. No altiplano boliviano, às margens do extraordinário Salar de Uyuni, é possível ver nas cavernas cadáveres de seres humanos da civilização quéchua sepultados há quinhentos anos mas que ainda retêm parte da pele e dos cabelos preservados sobre o corpo.

No entanto, em sua grande maioria, os fósseis são recobertos e protegidos por sedimentos que se acumularam em depressões da crosta terrestre (as chamadas bacias sedimentares). Com o passar do tempo, os sedimentos acumulados nessas depressões sofrem um processo de colagem dos grãos através de minerais secundários, um processo denominado “diagênese” ou “litificação”. Uma vez cimentados, os grãos de sedimentos dão origem às rochas sedimentares.

Assim, não é coincidência que a maior parte dos principais sítios paleontológicos ricos em fósseis esteja situada em rochas formadas em ambientes com influência da água, o agente mais eficiente no transporte e deposição de sedimentos. No caso dos dinossauros também foi assim. As rochas da formação Morrison, a mais rica fonte de fósseis de dinossauros dos Estados Unidos, foram depositadas em uma sucessão de ambientes marinhos, lacustres e fluviais. As rochas da formação Dinosaur Park – um sítio paleontológico rico em

esqueletos articulados no sul do Canadá, onde ainda hoje é possível tropeçar em fósseis de dinossauros esquecidos nas trilhas do parque – foram depositadas em ambientes fluviais. Os incríveis dinossauros com penas do período Cretáceo da China foram encontrados em rochas depositadas no fundo de lagos. No Brasil, os principais sítios paleontológicos dos períodos Triássico e Cretáceo são representados por rochas depositadas em ambientes fluviais e marinhos – estes, no entanto, em contextos que, como veremos, nem sempre são ideais para a preservação.

Mas a Terra é imensa e o tempo, muito longo, e aqui aconteceu quase tudo. Por outro lado, não apenas a água tem capacidade de transportar e depositar sedimentos; na Mongólia, por exemplo, rochas do Cretáceo, riquíssimas em fósseis de dinossauros, foram constituídas por sedimentos transportados pelo vento em um antigo deserto.



Sequência dos eventos que podem ocorrer após a morte de um animal, resultando na fossilização do seu esqueleto.

Embora os dinossauros nunca tenham adotado um modo de vida completamente aquático, como fizeram linhagens de saurópsidos, como os ictiossauros e os plesiossauros, no início da era Mesozoica, e os mamíferos cetáceos em meados da era Cenozoica, seus modos de vida sempre estiveram ligados à presença de corpos de água. Isso é o que sucede também com a maioria das comunidades de grandes mamíferos terrestres, especialmente nas savanas africanas. Dessa forma, os dinossauros nos deixaram um registro paleontológico interessante, útil para os estudos evolutivos.

Fósseis de todos os grandes grupos de organismos, portanto, podem ser encontrados em pontos isolados por toda a Terra e em todas as idades. Fósseis de dinossauros, por sua vez, são vistos apenas em rochas de idade Mesozoica, comumente associados a antigos rios e suas planícies de inundação, a lagos e, mais raramente, a rochas formadas em ambientes desérticos e marinhos.

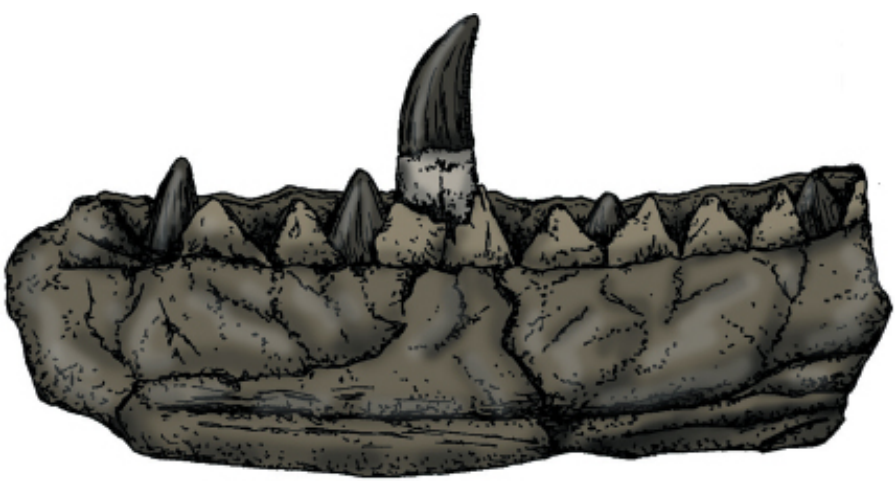
CAPÍTULO 6

PESQUISAS SOBRE DINOSSAUROS: PANORAMA MUNDIAL

Quebra-cabeça de ossos

Ossos de dinossauros são encontrados há milênios. O mais antigo achado documentado na história ocorreu na China há dois mil anos, em rochas do Jurássico ricas em esqueletos de dinossauros. No entanto, a origem e as afinidades dos grandes ossos descobertos foram interpretadas por séculos de acordo com a cultura de cada época e de cada região. Os chineses, por exemplo, acreditavam tratar-se de ossos de dragões. Na Europa, os ossos descomunais foram atribuídos a criaturas mortas durante o dilúvio ocorrido no tempo de Noé.

Na história recente, em 1824, William Buckland descreveu um grande fragmento de mandíbula com vários dentes ainda fixados nos alvéolos, encontrado na Inglaterra quase 150 anos antes. Esse fragmento recebeu o nome de *Megalosaurus*, que significa "lagarto gigante", por causa da aparência reptiliana dos dentes e do enorme tamanho da mandíbula. Nos répteis, os dentes não apresentam variações de forma como nos mamíferos, sendo todos iguais. Sem que soubesse, pois o nome *Dinosauria* ainda não havia sido formalmente proposto, Buckland havia divulgado o que mais tarde seria considerado o primeiro dinossauro descrito pela ciência.



Megalosaurus, o primeiro fragmento de dinossauro descrito cientificamente em 1824, embora o nome Dinosauria só viesse a ser oficialmente reconhecido em 1842.

Logo em seguida, em 1826, Gideon Mantell descreveu dentes e fragmentos de ossos de um segundo dinossauro, *Iguanodon*, que recebeu esse nome por causa da forma semelhante aos dentes dos populares iguanas.

Dinosauria

Finalmente, em 1842, Richard Owen estabeleceu a designação *Dinosauria* para um grupo extinto de animais gigantes que viveram durante a era Mesozoica e apresentavam, entre outras características, pernas dispostas como colunas abaixo do corpo (e não voltadas para as laterais, como nos jacarés) e cinco ou seis vértebras sacrais fundidas na região da cintura pélvica. Até aquele momento apenas três espécies de dinossauros haviam sido formalmente descritas: *Megalosaurus*, *Iguanodon* e um terceiro dinossauro, *Hylaeosaurus armatus*, também estudado por Mantell em 1833. Nascia então para a ciência a linhagem dos dinossauros.

Desde então, durante todo o século XX, centenas, se não milhares, de expedições foram realizadas em todo o mundo com o objetivo de encontrar novas espécies de dinossauros. E tiveram resultado. O número de espécies conhecidas aumentou muito, e alguns afirmam que ele pode chegar a 1.273 atualmente.

No entanto, esse número é controverso em virtude das incertezas das identificações. Isso se deve principalmente a dois fatores: muitos restos de esqueletos incompletos tidos como pertencentes a dinossauros podem, na verdade, tratar-se de restos de outros animais aparentados; além disso, muitos restos atribuídos a dinossauros de espécies distintas podem constituir partes diferentes de uma mesma espécie, os chamados "sinônimos". Entre os mais populares encontra-se o caso do famoso *Brontosaurus*. Nomeado em 1879 por Marsh, considerou-se mais tarde que se tratava de restos de outro dinossauro descrito dois anos antes, o *Apatosaurus*. O *Brontosaurus* deixou assim de existir como nome científico válido, exceto para os deliciosos filés preparados por Vilma Flintstone para o seu rude marido.

Assim, consideramos que não existe um número oficial de espécies de dinossauros. Uma lista mais precisa, com as controvérsias descartadas, inclui apenas o número de gêneros descritos, estabelecido em torno de 1.148, dos quais apenas 660 podem ser considerados de determinação segura. Seria trabalhoso demais encontrar o número exato de espécies validadas, designadas sob cada um dos gêneros, mas acredito que esse número não deve passar de 900.

Primeiros achados em terras brasileiras

No Brasil, várias referências datadas do século XIX e meados do século XX atribuem restos fósseis de vertebrados a dinossauros. No entanto, sabe-se atualmente que, na maior parte desses trabalhos, tais restos fósseis são, na verdade, de outros vertebrados crocodilomorfos

ou de outros arcossauros de afinidade incerta, mas não de dinossauros verdadeiros. Além disso, parte dos primeiros achados fósseis foi perdida das coleções originais da época, e suas afinidades com os dinossauros já não poderão ser confirmadas ou descartadas.

O primeiro paleontólogo a estudar sistematicamente fósseis de vertebrados no Brasil foi o dinamarquês Peter Wilhelm Lund (1801-1880). Desde sua chegada ao país, em 1825, até 1845, Lund explorou diversas cavernas em Minas Gerais, de onde retirou milhares de fósseis de mamíferos da época pleistocênica (um período de tempo iniciado há 1,8 milhão de anos, ou seja, faltando 33 segundos para o final do nosso dia geológico de 24 horas). Assim, por se tratar de rochas de idades muito mais novas que aquelas onde são encontrados os dinossauros (ente 228 e 65 milhões de anos), Lund nunca os encontrou. De fato, seus interesses eram outros. Ele procurava vestígios pré-históricos de humanos, e os locais onde trabalhava eram corretos para esse fim. Por seu pioneirismo, Lund é considerado "o pai da paleontologia brasileira". A maior parte de sua imensa coleção foi doada para o rei Cristiano VIII e está hoje abrigada em coleções na Dinamarca.

Quem deu o primeiro impulso ao estudo dos fósseis de dinossauros no Brasil foi Llewellyn Ivor Price (1905-1980). Filho de pais americanos, esse brasileiro nascido no Rio Grande do Sul estudou zoologia e geologia nos Estados Unidos. Na década de 1930, ele retornou ao Brasil e deu início a uma série de escavações na região de Peirópolis, Minas Gerais, em busca de restos fossilizados de vertebrados. Nos sítios de Peirópolis, Price trabalhou por quase vinte anos e lá desenterrou restos de dinossauros e crocodilos. Como também trabalhou muito em rochas do período Triássico no Rio Grande do Sul, Price encontrou fósseis de dinossauros muito antigos. Suas escavações sistemáticas resultaram na organização de uma imensa coleção de fósseis que permanecem até hoje no Brasil. Não foi por menos que o primeiro dinossauro descrito de rochas brasileiras, *Staurikosaurus pricei*, teve o nome dado em sua homenagem, pois foi ele também quem o encontrou.

Placar mesozoico: Argentina 110 x Brasil 21

No Brasil, como em qualquer região do mundo, fósseis de dinossauros não avianos só poderão ser encontrados em rochas da era Mesozoica, de idades entre 230 e 65 milhões de anos, desde a metade superior do Triássico até o final do Cretáceo, o intervalo de tempo no qual viveram.

Se considerarmos a grande extensão territorial do Brasil, as 21

espécies de dinossauros formalmente descritas até 2009 representam uma pequena fração das quase 900 espécies conhecidas em todo o mundo. Na Argentina, embora a área de rochas mesozoicas que contenha fósseis de dinossauros seja muito menor, chega a 110 o número de espécies.

Mas por que existem tantas espécies de dinossauros descritas na Argentina e tão poucas no Brasil? São muitas as razões, que envolvem desde aspectos históricos de pesquisa até o clima do passado e o atual, o relevo, bem como questões ligadas aos ambientes geológicos onde as rochas se formaram originalmente. Será fácil compreender essas razões se compararmos a paleontologia dos dinossauros nesses dois países.

Áreas de rochas de idades triássica (acima) e cretácea (abaixo) aflorantes na superfície do Brasil e da Argentina. No Brasil essas rochas afloram em uma área cerca de quatro vezes maior.

O primeiro dinossauro brasileiro

Embora relatos sobre o encontro de fósseis no Brasil já ocorressem desde o período colonial (século XVII) e início do século XVIII, foi a partir da década de 1930 que as expedições de Price deram o grande impulso à coleta de fósseis de dinossauros. Price encontrou, em meados da década de 1940, o que trinta anos mais tarde seria considerado o primeiro dinossauro descrito no Brasil.

Os ossos do *Staurikosaurus pricei* foram descobertos em rochas do período Triássico, no Rio Grande do Sul. Ele foi estudado e descrito em 1970 pelo paleontólogo americano Edwin H. Colbert. Os fósseis originais encontram-se desde então depositados na coleção de vertebrados fósseis do Museu de História Natural de Nova York.

Esqueleto parcial de *Staurikosaurus pricei*, o primeiro dinossauro reconhecido do Brasil.

O primeiro dinossauro argentino

Na Argentina, os irmãos Florentino e Carlos Ameghino, os pais da paleontologia daquele país, já faziam escavações paleontológicas extensivas no final do século XIX, mais exatamente por volta de 1887. Porém, diferentemente de Peter Lund, os Ameghino trabalharam em rochas da era Mesozoica, justamente o intervalo de tempo no qual os dinossauros viveram. Das suas escavações resultaram os primeiros achados e a descrição do primeiro dinossauro da Argentina: *Argyrosaurus superbus*, descrito em 1893, quase oitenta anos antes do *Staurikosaurus pricei*.

O nascimento precoce da paleontologia de dinossauros na Argentina fez uma pequena diferença nos números conhecidos atualmente. Até 1970, quando o primeiro dinossauro foi descrito no Brasil, já eram conhecidas 23 espécies de dinossauros argentinos. Até 1999 a Argentina figurava entre os países com maior número de dinossauros conhecidos do mundo. De suas rochas já haviam sido retiradas 71 espécies, enquanto das rochas brasileiras apenas nove. A busca e o estudo de fósseis de dinossauros ocorrem, portanto, há mais tempo na Argentina que no Brasil.

Explosão cinematográfica

Uma grande explosão das pesquisas sobre dinossauros ocorreu no Brasil a partir do ano 2000, possivelmente aquecidas pelos filmes *Jurassic Park* (traduzido como “Parque dos Dinossauros”), dirigido por Steven Spielberg, e *Walking with dinosaurs* (“Caminhando com os dinossauros”), produzido pela BBC. Nos últimos nove anos o número de dinossauros descritos no Brasil dobrou em virtude do aumento de expedições e de paleontólogos dedicados ao tema, e com isso foram descobertas mais doze espécies. Na Argentina, cerca de trinta novas espécies foram descobertas desde então.

Esses números mostram que, além de as pesquisas sobre dinossauros terem se iniciado bem antes na Argentina, parece que lá também é mais fácil encontrá-los. Veremos por que isso pode ser verdade no próximo capítulo.

CAPÍTULO 7

TEMPOS E ESPAÇOS DO TESOURO CIENTÍFICO

Rochas da era Mesozoica no Brasil e na Argentina

Na América do Sul são conhecidas cerca de 130 espécies de dinossauros – 145, se considerarmos ocorrências de espécies ainda indeterminadas, em países como Colômbia (duas espécies), Bolívia (outras duas espécies), Peru (três espécies) e Honduras. No Uruguai, as três espécies conhecidas são as mesmas encontradas na Argentina. Na Argentina e no Brasil, ocorrem ainda outras dezenas de espécies indeterminadas.

Em nossa busca pelas razões da grande diferença entre o número de espécies oficialmente conhecidas no Brasil e na Argentina serão consideradas separadamente as rochas onde os dinossauros podem ser encontrados em cada um dos três períodos da era Mesozoica – Triássico, Jurássico e Cretáceo.

O período Triássico

Como vimos, na parte superior do período Triássico, no primeiro dos três andares que o subdivide, o chamado Carniano, fósseis de dinossauros aparecem pela primeira vez no registro fossilífero da América do Sul e do mundo. A terra emersa ainda era formada por um único supercontinente, o Pangea, com muitas áreas desérticas em seu interior.

Mas lembramos que, durante o final do período Triássico, os dinossauros ainda eram raros em todo o mundo. Embora os representantes das principais linhagens já existissem no final desse período, elas ainda estavam por experimentar a grande explosão de diversidade que ocorreria alguns milhões de anos mais tarde, durante o Jurássico.

Assim, na América do Sul são conhecidas doze espécies de dinossauros em rochas triássicas na Argentina e seis espécies em rochas triássicas no Brasil. O fato de serem poucos os dinossauros encontrados nessas rochas, vale enfatizar, não é privilégio da América do Sul: dinossauros triássicos são raros em todo o mundo, e isso se deve ao fato de se tratar do início de uma linhagem, de um ramo que ainda estava por diversificar-se, e não por causa da falta de rochas dessa idade no continente ou em virtude de problemas climáticos no ambiente no qual viviam, sempre um condicionante da alta ou baixa diversidade de espécies.

Dessa forma, se considerarmos a notável variação na diversidade, o número de dinossauros conhecidos nos dois países em rochas do Triássico não é o fator determinante da grande diferença do número

de espécies conhecidas atualmente nos dois países: doze na Argentina e seis no Brasil.

O período Jurássico

Apesar de abundantes em todo o mundo, esqueletos de dinossauros não são comuns em rochas do período Jurássico em toda a América do Sul, especialmente no Brasil. O fato de não existirem esqueletos não significa que não viveram por aqui. Falta de evidência fóssil não necessariamente significa inexistência de vida em determinado período ou em determinadas regiões. Como vimos, os registros geológicos e paleontológicos são imperfeitos; em alguns casos as rochas sedimentares não são depositadas, em outros podem estar parcial ou totalmente erodidas. Portanto, o registro fóssil não é completo, como um livro em que faltam páginas, podendo enganar os desavisados.

Os dinossauros certamente andaram por aqui durante o Jurássico. No entanto, depressões da crosta terrestre, as chamadas bacias sedimentares, onde a acumulação de sedimentos favorece a preservação de fósseis, praticamente não existiram no Brasil durante esse período. As placas continentais estavam sendo elevadas pelas forças internas da Terra, e não afundando para dar origem aos recipientes de sedimentos. Assim, o que predominou foi a erosão, e não a deposição. Os sedimentos originados da erosão de rochas mais antigas e o solo foram transportados para o mar. Apesar de raros, depósitos de rochas de idade jurássica existem no Brasil, mas nenhum dinossauro foi encontrado até o ano de 2010.

Por outro lado, na América do Sul, as poucas rochas sedimentares jurássicas com boas chances de conter dinossauros estão na Argentina. Há 150 milhões de anos, a costa oeste do país, onde hoje está situada a cadeia de montanhas andina, foi invadida por um imenso braço de mar. Milhões de anos mais tarde, ainda no Jurássico, o mar se retirou e imensos lagos cercados de vegetação abundante serviram de refúgio para os dinossauros. Esqueletos de dinossauros ficaram preservados lá. Mas não muitos.

Assim, embora não exista um dinossauro de idade jurássica conhecido no Brasil, sete espécies são conhecidas na Argentina – muito pouco se compararmos com a quantidade de espécies encontradas em rochas do período seguinte, o Cretáceo. Dessa forma, a existência de rochas do Jurássico na Argentina, assim como as rochas triássicas, não são a causa da grande discrepância existente entre o número de espécies nos dois países. Só nos resta, então, analisar o último período da era Mesozoica, o Cretáceo.

O período Cretáceo

São as rochas do período Cretáceo que fazem a diferença. Praticamente 80 por cento dos dinossauros da América do Sul foram encontrados em rochas dessa idade, dos quais 90 por cento estão na Argentina, restando apenas 10 por cento das espécies para todos os outros países, e "todos os outros países" significa praticamente apenas o Brasil.

Assim, o que as rochas do Cretáceo da Argentina têm que as do Brasil não têm? A resposta é: dinossauros. Mas por que tantas espécies existiram e foram descobertas lá e tão poucas no Brasil? Podem ser várias as razões. Vamos tratar de cada uma delas separadamente.

A história das pesquisas

Como vimos, as pesquisas sobre dinossauros na Argentina tiveram início 77 anos antes de o primeiro dinossauro ser descrito no Brasil. Os argentinos procuram, encontram e estudam dinossauros há mais tempo, e isso fez uma pequena diferença. Essa é a primeira razão.

Mapas: biomas (esquerda) e climático (direita). Os biomas brasileiros são controlados especialmente pelo regime das chuvas. Os limites dos biomas e das zonas climáticas são praticamente coincidentes.

O clima no Brasil durante o Cretáceo

Nos dias de hoje, observando a distribuição dos organismos no globo terrestre, notamos que existem regiões com maior ou menor diversidade e abundância de plantas e animais. As explicações para esses fatos são complexas, mas o clima é uma das causas determinantes, o que também ocorreu no passado geológico de nosso

planeta. Atualmente nos biomas brasileiros, como a Caatinga, o Cerrado, a Mata Atlântica e a Amazônia, a diversidade de espécies de plantas e de animais vertebrados tetrápodos varia muito (tabela 2). Nessas regiões, é evidente a relação da diversidade da flora e da fauna com o tipo climático, principalmente no que diz respeito ao regime anual de chuvas. De modo geral, na Caatinga prevalece o clima semiárido; no Cerrado, o semiúmido; na Mata Atlântica, o tropical úmido; e na Amazônia, o equatorial quente e úmido (ver mapa do clima). Nesses biomas, a diversidade e a abundância de espécies vegetais e animais estão diretamente ligadas à quantidade de chuvas. Quanto mais chuvas, maior o número de espécies de plantas, que, por sua vez, é acompanhado pelo maior número de espécies de tetrápodos terrestres (tabela 2).

Bioma / Clima predominante	Espécies de planta	Espécies de anfíbio	Espécies de mamífero	Espécies de réptil, cobras e lagartos	Espécies de ave
Caatinga / Semiárido	932	48	144	116	347
Cerrado / Semiúmido	3.000	150	161	120	837
Mata Atlântica / Quente superúmido e temperado superúmido	10.000	183	232	143	620
Amazônia / Equatorial quente e úmido	80.000	300	311	550	1.000

Tabela 2 - Clima e diversidade de animais e plantas nos principais biomas atuais brasileiros. Fonte: Ibama, 2009 (números aproximados).

No Brasil, os principais sítios paleontológicos do período Cretáceo onde são encontrados dinossauros ocorrem nas bacias sedimentares Bauru (Estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul), do Araripe (Ceará e Piauí) e São Luís-Grajaú (Maranhão) (ver mapa geológico - pg 93). Durante o Cretáceo, essas imensas bacias sedimentares afundavam gradativamente, enquanto recebiam das regiões periféricas mais elevadas sedimentos trazidos pelos rios ou pelo vento. Nessas áreas foram acumuladas ou precipitadas espessas camadas de sedimentos, juntamente com restos de animais e plantas que viveram na região. Hoje, transformadas em rochas, são estudadas por geólogos e paleontólogos, que as individualizam com base nas variações da composição do sedimento, textura, cores e espécies fósseis encontradas. Essas rochas formam

unidades chamadas “formações geológicas”, que contam a história do preenchimento de uma bacia sedimentar – isto é, quais ambientes (se fluvial, marinho, desértico) predominavam durante a deposição dos sedimentos, qual era o clima vigente, que animais e plantas viviam ou foram transportados para o local. Nas bacias sedimentares, as sucessões de rochas são em geral distribuídas verticalmente, ao longo do tempo geológico, das mais antigas para as mais novas, como se cada formação fosse o capítulo de um livro ou a camada de um bolo. As rochas das inúmeras formações geológicas brasileiras deram aos cientistas as pistas para a interpretação do passado geológico do país, isto é, como eram os ambientes e climas reinantes, quais os animais e plantas que viviam naqueles ambientes e quais as variações ocorridas ao longo do tempo, bem como suas idades geológicas.

Boa parte dos sedimentos das bacias brasileiras datadas do período Cretáceo, e em cujas rochas encontram-se fósseis de dinossauros, foi depositada enquanto o clima predominante era o semiárido. Os cientistas sabem disso porque tanto as rochas quanto os fósseis ali encontrados fornecem evidências que apontam para um clima desse tipo. Vamos olhar cada uma das três bacias – Bauru, Araripe e São Luís-Grajaú – e ver o que elas têm a nos dizer.

Bacia Bauru

A presença ou não de fósseis cuja vida do animal que o produziu esteve estreitamente vinculada à existência de água pode nos dar pistas de sinais de umidade nos paleoambientes cretáceos. Nas rochas do período Cretáceo encontradas na bacia Bauru, nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso, são raros os fósseis de vegetais. Fósseis de troncos, folhas ou camadas de carvão, evidências da vida vegetal indicadoras de um ambiente úmido, são praticamente inexistentes, tão raros quanto paleobotânicos que se dediquem a essas rochas no Sudeste do Brasil. Isso não significa que não existiram rios, lagos ou alguma vegetação na área ocupada pela bacia Bauru durante aquele tempo, mas que eram raros os ambientes com vegetação abundante. Se dinossauros herbívoros andaram por ali – o que, como veremos, de fato ocorreu –, certamente tiveram o que beber e comer. No entanto, a vegetação não era abundante e períodos prolongados de seca tornavam o ambiente hostil para os dinossauros, obrigando-os a migrar periodicamente para outras regiões e ocasionando mais um fator retentor da diversidade de espécies em dada região. Esse ambiente rigoroso, com estresse hídrico prolongado, pode explicar o baixo número de espécies conhecidas nessas rochas. A escassez de restos de plantas e animais também se deve, como veremos adiante,

ao ambiente sedimentar normalmente encontrado em regiões semiáridas, desfavorável à preservação de fósseis, especialmente de partes mais delicadas como folhas, ramos, sementes e ossos.

Localização das bacias sedimentares e rochas de idade cretácica.

Há quem acredite que o tamanho reduzido de alguns esqueletos de dinossauros encontrados nessas rochas, cujos equivalentes argentinos normalmente são pouco maiores, seja evidência de nanismo causado pela escassez de alimento. Trataremos disso mais à frente.

Bacia do Araripe

Na bacia do Araripe (pg 93), no Ceará, rochas com restos de dinossauros foram depositadas em uma laguna que cobria a região durante a parte média do período Cretáceo.

Fósseis de plantas são comuns ali, pois as águas tranquilas e o fundo praticamente imóvel da grande laguna Araripe favoreceram a preservação.

No entanto, muitas plantas fósseis ali encontradas são indicativas de clima semiárido. A araucariácea *Brachyphylum* possuía folhas suculentas típicas de ambientes de clima seco. Gnetáceas como a *Welwitschia*, uma gimnosperma de nome estranho, contam-nos uma história fascinante. Gimnospermas são comumente arbóreas, de grande porte, folhas estreitas, e, como não possuem flores, dependem

do vento para que suas células reprodutivas masculinas, os pólens, se desloquem até os óvulos das plantas fêmeas. As welwitschiáceas são gimnospermas rasteiras cujas folhas largas, e muitas vezes de vários metros de comprimento, crescem e se espalham sobre as areias do deserto. Periodicamente, podem ser arrancadas pelos fortes ventos ou pelas tempestades de areia. Não bastasse toda essa estranheza botânica, seus pólens não são transportados da planta macho para a planta fêmea pelo vento, como em todas as outras gimnospermas, mas por um inseto hemíptero, parente da popular maria-fedida.

Reconstrução de uma *Welwitschia* que viveu no ambiente cretáceo da chapada do Araripe, 110 milhões de anos atrás.

Durante a primeira fase do Cretáceo essas plantas estavam distribuídas sobre as terras mais áridas do interior do Gondwana – uma região que, alguns milhões de anos mais tarde, viria a se tornar o atual continente sul-americano e parte do africano. É fato já conhecido que esses dois continentes estiveram unidos no passado geológico. Após a fragmentação do Gondwana, as welwitschiáceas foram extintas na América do Sul, mas não no continente africano. Ainda hoje elas vivem no deserto da Namíbia, pois são típicas de clima seco. Quando arrancadas dos talos durante as tempestades cretáceas ocorridas na atual chapada do Araripe, suas folhas eram lançadas na grande laguna. Hoje, por meio dos fósseis, podem contar parte da sua história aos paleobotânicos. Resta ainda verificar se os fósseis de insetos hemípteros abundantemente preservados nessas mesmas rochas da formação Santana já transportavam os esporos de uma planta à outra.

Outra evidência de um clima rigorosamente seco durante o Cretáceo, também encontrada atualmente nas rochas da chapada do Araripe, são os chamados “evaporitos”. Essas rochas se formaram por

causa da intensa evaporação e da consequente precipitação do gipso, matéria-prima para a produção de gesso. Essas rochas ocorrem associadas àquelas com fósseis de dinossauros, plantas e peixes da formação Santana.

Essas são algumas das evidências que indicam um clima bastante seco também para aquela região em meados do Cretáceo. No entanto, o entorno da grande laguna abrigava muitas espécies vegetais que, por sua vez, eram a moradia de numerosas espécies de insetos. Havia uma abundante flora de plantas aquáticas e uma fauna intimamente ligada às águas da laguna, como tartarugas, crocodilos, pterossauros e dinossauros pescadores, além, é claro, de peixes. Por outro lado, fósseis de animais com hábitos menos dependentes da água, como crocodilos terrestres e mamíferos, não foram ainda encontrados nas rochas da formação Santana.

Bacia São Luís-Grajaú

No Estado do Maranhão, rochas cretáceas com numerosos restos de dinossauros são encontradas na bacia de São Luís-Grajaú (pg 93) e interpretadas como tendo sido depositadas igualmente sob clima semiárido. No entanto, a proximidade com as águas do litoral do recém-nascido oceano Atlântico provavelmente oferecia alguma umidade para a região, pelo menos em determinadas épocas do ano. De fato, nas rochas da Formação Alcântara são encontrados muitos fósseis de plantas, incluindo troncos de coníferas e folhas de angiospermas, além de samambaias, equissetáceas e filicófitas arborescentes, plantas típicas de ambiente mais úmido. Como veremos, essas rochas contêm o maior número de espécies de dinossauros do Brasil. Essa maior diversidade certamente esteve ligada à presença de maior umidade e vegetação abundante nessa região durante o Cretáceo. No entanto, os fósseis de dinossauros presentes nessas rochas não oferecem elementos que possibilitem a sua identificação. A razão para isso não tem ligação dire-ta com o clima reinante na região durante o Cretáceo, mas, como veremos, com o ambiente de preservação da época e também o atual.

Portanto, assim como na atual caatinga semiárida brasileira, o clima semiárido prevaleceu em todo o Brasil durante o Cretáceo e deve ter sido a principal razão para a baixa diversidade de fósseis de plantas e dinossauros encontrados nas bacias Bauru e Araripe.

É importante mencionar que, em todas as ocorrências de rochas cretáceas no Brasil, é encontrado um grande número de restos fósseis isolados de dinossauros que vão desde dentes até cascas de ovos, o que indica que a diversidade representada pelo conhecimento atual deve

estar subestimada.

O clima durante o Cretáceo na Argentina

Durante o Cretáceo, dois golfos marinhos avançaram sobre o território da atual Argentina, um vindo do norte e outro, do sul. A cadeia andina, ainda muito jovem, não barrava a umidade proveniente do Pacífico. Ao contrário do que ocorria no Brasil, lá prevalecia o clima subtropical úmido. No entorno de lagos e de regiões pantanosas, desenvolveram-se extensas florestas com diferentes espécies de plantas, além de árvores imensas que sustentaram uma variada fauna de dinossauros herbívoros, que, por sua vez, sustentaram os carnívoros. Em rochas do Cretáceo Inferior da Argentina pode-se ver a maior variedade de plantas fósseis conhecida do hemisfério sul nesse período.

Dessa forma, o clima predominantemente semiárido do Brasil e úmido da Argentina parece ter sido determinante para a diversidade das faunas de dinossauros das duas regiões, e essa é uma provável razão para a grande disparidade do número de espécies que habitaram os dois países. Vamos à outra razão.

Um bolo com poucas camadas

Embora a área aparente de rochas do Cretáceo onde os paleontólogos encontram dinossauros na Argentina seja muito menor que a existente no Brasil (ver mapas geológicos - pg 83), no subsolo do nosso vizinho a pilha de rochas (ou sucessão sedimentar) é muito mais espessa e variada, preservando melhor os diferentes capítulos de uma longa história.

Para entender melhor, pense em um bolo de aniversário de várias camadas de diferentes sabores. O bolo no Brasil é maior, como os imensos bolos de casamento comuns no passado. No entanto, ele é menos espesso e contém poucas camadas. Na Argentina o bolo é menor, mas é mais espesso e tem várias camadas, como os bolos de casamento atuais, de vários andares. Essas camadas são as chamadas “formações geológicas” e representam rochas diferentes, depositadas em ambientes distintos, em sua maioria de idades diferentes. O bolo na Argentina tem mais sabores, é mais variado. No Brasil, até o momento foram retirados esqueletos de dinossauros de cerca de cinco camadas do período Cretáceo. Na Argentina, são encontrados restos de dinossauros em pelo menos 24 camadas - 28, se considerarmos ocorrências de pegadas e ovos.

Portanto, embora o bolo na Argentina seja menor em área, é mais

diversificado, e a possibilidade de se encontrar dinossauros é maior nas diferentes idades do período Cretáceo. No Brasil, os dinossauros até o momento encontrados ocorrem principalmente em quatro ou cinco períodos das doze subdivisões do Cretáceo (ver coluna de idades do Cretáceo e as formações geológicas brasileiras abaixo). Na Argentina eles ocorrem em dez subdivisões, o que significa quase todo o período Cretáceo. Diferentes idades, por várias razões, significam diferentes espécies de dinossauros.

É importante lembrar, no entanto, que rochas do período Cretáceo do Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil são ainda pouco estudadas. Ninguém sabe o que pode ser encontrado por lá. Quem sabe, no futuro, a procura por dinossauros nessas rochas faça diferença, e o número de dinossauros conhecidos no Brasil cresça consideravelmente. Mas é preciso lembrar ainda que, se o clima predominante durante a deposição dessas rochas também tiver sido o semiárido, o que é bem provável, assim como nas rochas já estudadas, a diversidade deverá mostrar-se igualmente baixa.

Terrenos de rochas cretáceas ainda inexplorados ou pouco estudados no Brasil.

	Andares	Argentina	Brasil	Formações geológicas brasileiras
Período	Maestrictiano	X	X	Formação Adamantina, Formação Marília
	Campaniano	X	X	Formação Adamantina, Formação Marília
	Santoniano	X		
	Coniaciano	X		Formação Adamantina
C	Turoniano	X		Formação Adamantina
R	Cenomaniano	X	X	Formação Alcântara
E				
T	Albiano	X	X	Formação Santana, Formação Itapecuru
Á	Aptiano	X	X	Formação Itapecuru
C	Barremiano	X		
E	Hauteriano	X		
O	Valangiano			
	Berriasiano			

Tabela 3 - Subdivisões (andares) do período Cretáceo onde ocorrem dinossauros no Brasil e na Argentina.

A Argentina, portanto, tem um pacote de rochas mais espesso, com camadas mais variadas, de idades diferentes, e essa é a terceira razão que determina um registro mais diverso naquelas rochas.

Intemperismo

No Brasil, uma dádiva para os agricultores

Um grande inimigo dos fósseis é o intemperismo, uma série de processos físicos e químicos que causam a degradação da rocha, transformando-a em solo quando exposta à superfície terrestre. O intemperismo pode ser físico quando causado, por exemplo, pela variação da temperatura diária, isto é, o calor do dia e o frio da noite. A dilatação e a contração dos minerais causam pequenas fraturas na superfície da rocha, levando à sua desagregação. O processo de desagregação pode ser ampliado pela ação da água, se esta estiver disponível no ambiente. Nesse caso, ocorre o intemperismo químico. Ao penetrar nas rochas, essa água, em geral de caráter ácido, pode dissolver ou colocar em solução os minerais que as compõem. No clima tropical e equatorial, a percolação de água conduz à intensa dissolução dos minerais formadores das rochas, gerando, sob condições favoráveis (porosidade, topografia, cobertura vegetal e tempo de exposição), espessos mantos de solos. Nesse caso o grande problema é que, se a rocha exposta à superfície e aos fatores de intemperismo for fossilífera, não apenas os minerais que a compõem serão alterados (decompostos ou desagregados), mas também os

fósseis ali contidos. Estudos de fósseis de invertebrados, como os trilobites e as conulárias (cnidários extintos) que ocorrem em rochas do devoniano paranaense, mostram como a morfologia original desse organismo pode ser alterada ou destruída pelo intemperismo quanto mais a rocha matriz estiver exposta à superfície. Na maior parte do território brasileiro há predomínio de clima de altos índices pluviométricos e, como consequência disso, nossas rochas apresentam-se profundamente intemperizadas. Os solos derivados dessas rochas são em geral muito espessos, porém apresentam uma variedade baixa de minerais. Em outras palavras, a cobertura externa do imenso bolo sedimentar brasileiro é feita de uma espessa camada de "chantili" (o solo), e para chegar ao que normalmente interessa (os fósseis) é preciso atravessá-la.

Se, por um lado, a formação do solo é uma dádiva para o homem, pois dele extraímos quase tudo o que nos serve de alimento, por outro causa a destruição dos fósseis, constituindo um dos mais temidos inimigos dos paleontólogos.

No Brasil, boa parte das rochas do período Cretáceo situadas nos Estados de São Paulo, Mato Grosso e Minas Gerais (e mesmo do período Triássico, onde foi encontrada uma parcela considerável dos dinossauros brasileiros) já estiveram, ou ainda estão, cobertas por vegetação densa apoiada sobre uma espessa camada de solo. Nessas regiões, as rochas frescas com ossos intactos muitas vezes estão alguns metros ou dezenas de metros abaixo da superfície. Para chegar até eles é preciso remover grandes quantidades de solo, o que consome, além de muito suor, muito dinheiro, encarecendo o trabalho do paleontólogo. Por essas razões, nessas áreas, embora os esqueletos de dinossauros estejam lá, é difícil encontrá-los. Os paleontólogos raramente procuram fósseis onde exista mesmo que uma pequena espessura de solo.

Sítios de dinossauros nessas regiões estão praticamente restritos aos cortes de rocha produzidos durante a construção de rodovias e estradas de ferro, ou nas margens fluviais rochosas expostas pela erosão causada pelos rios. Em seu conjunto, as superfícies rochosas nessas condições compõem uma fração minúscula de rocha fresca exposta para a procura de fósseis.

Não é por menos que muitos dos museus de paleontologia, especialmente os do Estado de São Paulo, tiveram seu início a partir do trabalho de pessoas não ligadas à paleontologia – médicos, lavradores e professores do ensino médio, todos interessados nos misteriosos ossos encontrados por fazendeiros e trabalhadores da construção de rodovias ou da extração de argila e areia. De fato, muitos dos esqueletos de dinossauros brasileiros foram encontrados por pessoas comuns que posteriormente contataram os paleontólogos

das universidades. Esses paleontólogos amadores são também os responsáveis pelos mais interessantes museus de paleontologia do Estado de São Paulo. Ilustres desconhecidos das cidades de Marília, Taubaté, e Monte Alto, no Estado de São Paulo, guardam importantes coleções de fósseis e são os responsáveis por muito do que se conhece da paleontologia de vertebrados no Estado mais rico do país. Os museus de história natural de Marília, Taubaté e Monte Alto são passeios obrigatórios para escolas e para todos os interessados na pré-história brasileira.

Principais regiões climáticas do Brasil. Exceto pela bacia do Araripe, todas as outras bacias que contêm dinossauros localizam-se em áreas onde o regime de chuvas é muito intenso e, consequentemente, com forte intemperismo. Fonte: IBGE, 2009

Na Argentina, uma dádiva para os paleontólogos

Na Argentina a paisagem é diferente. A fria corrente marinha de Hum-boldt faz que a evaporação seja baixa nas águas do Pacífico que banham a costa oeste da América do Sul, enviando pouca umidade para a atmosfera daquela região. Essa pequena quantidade de água enfrenta ainda a imensa muralha norte e sul formada pela cadeia andina. Essa combinação de fa-tores torna o clima de toda a região oeste da Argentina muito seco. Essas áreas são caracterizadas como

semidesérticas, de baixa pluviosidade e pouca ou nenhuma vegetação. Embora nessas regiões a vegetação seja escassa, existe uma fina camada de solo, formada principalmente pelo lento intemperismo químico durante as poucas chuvas anuais e pelas grandes variações de temperatura. A fina camada de solo imprestável para a agricultura é ainda facilmente lavada pelas chuvas, em geral torrenciais e concentradas em uma época do ano. Isso resulta em extensas áreas de relevo marcado por uma paisagem rochosa, conhecida como *badlands* – "terras ruins" para os agricultores, mas *"goodlands"* para os paleontólogos –, em que imensas faces de rocha fresca permanecem expostas continuamente. Se, por um lado, essas regiões são impróprias para a agricultura, pois a camada de solo é pouco espessa ou mesmo inexistente, por outro são ideais para a procura de fósseis. A maior parte dos sítios paleontológicos argentinos em rochas de idade cretácea que contém esqueletos de dinossauros estão nessas áreas. Foi em uma delas que, na década de 1990, uma equipe de paleontólogos argentinos encontrou milhares de ninhos com ovos de dinossauros fossilizados, muitos dos quais com embriões petrificados.

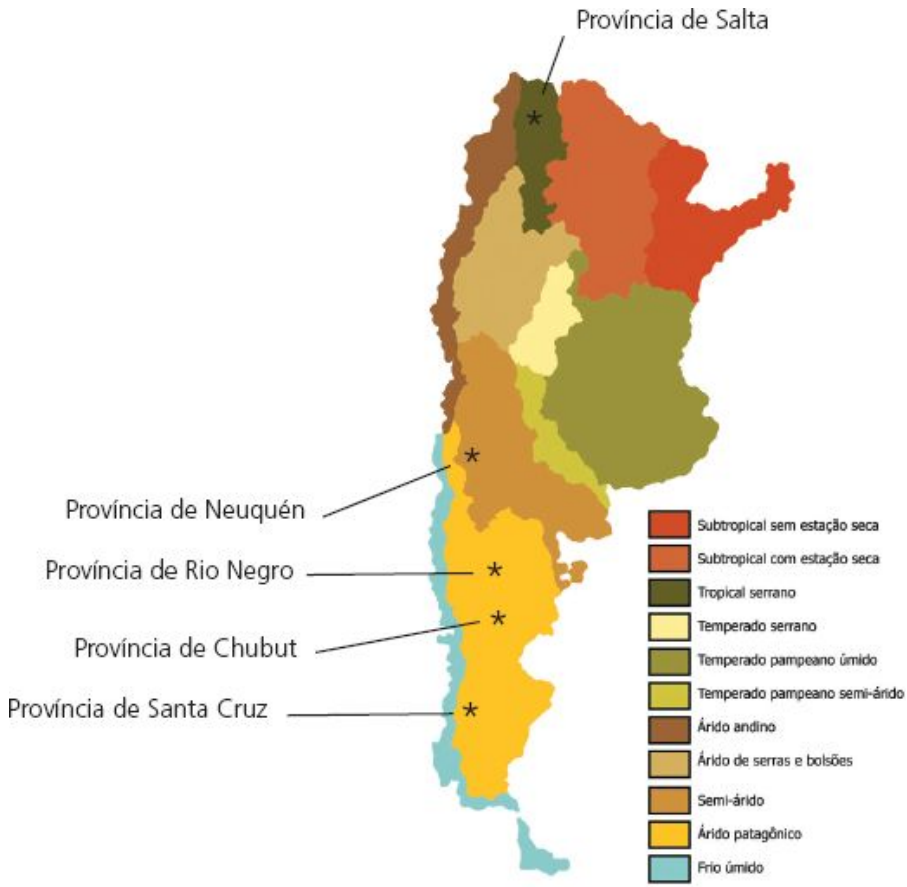
Essa combinação de boas exposições de rochas, hoje sob condição climática favorável, faz da Argentina um país fascinante do ponto de vista paleontológico. Em muitas cidades, ainda que pequenas e esquecidas do imenso deserto patagônico, é possível visitar museus repletos de fósseis de dinossauros, plantas e uma imensidão de outros seres que ali viveram milhões de anos atrás. Em um dos muitos parques nacionais daquele país, envolvendo toda a península Valdez, não apenas é possível observar as orcas capturando as focas distraídas nas praias pedregosas, mas caminhar por quilômetros sobre rocha fresca onde os fósseis são tão comuns quanto as folhas caídas no chão de uma floresta tropical.

Centenas de esqueletos, ninhos e ovos de dinossauros têm sido encontradas em outras regiões do mundo de clima semelhante, como os desertos da Mongólia, na Ásia, do Saara, na África, e o meio-oeste americano. Assim, é fácil procurar por dinossauros em rochas da era Mesozoica expostas em ambiente atualmente muito seco, com pouca ou nenhuma vegetação. Boa parte da Argentina é assim. Além disso, imensas áreas permanecem ainda inexploradas, o que deixa entrever um futuro ainda mais exuberante para a paleontologia de dinossauros naquele país.

Se atravessamos grandes paisagens de canaviais enquanto viajamos sobre rochas de idade cretácea no Estado de São Paulo, na Argentina o que se vê em determinadas regiões, por centenas de quilômetros, são apenas rochas. Na Argentina, o bolo não tem chantili.

O intemperismo provocado pelo clima predominantemente úmido, portanto, resultou na degradação e na cobertura vegetal das rochas da

idade cretácea expostas em quase todo o território brasileiro, sendo mais um dos motivos – o quarto – determinante para o baixo número de dinossauros encontrados no Brasil.



Mapa climático da Argentina. As áreas de afloramentos de rochas de idade cretácea coincidem com a zona de clima semidesértico, onde a ação do intemperismo é muito baixa.

Esqueletos retrabalhados

Por rios entrelaçados

A lista de razões continua. Esta será a última que discutiremos aqui. Como vimos na seção “A preservação dos fósseis” (capítulo 5), esqueletos de animais mortos podem ser transportados por correntes de água e sofrer desarticulação, desgaste e quebra, até serem totalmente dissociados e destruídos. Já vimos também que o clima predominante durante o tempo de deposição das rochas do período Cretáceo brasileiro com restos de dinossauros era o semiárido. Nesse

clima, o regime de chuvas é comumente concentrado em estações curtas, sendo volumosas e torrenciais. Embora não sejam os únicos fatores determinantes, essas condições climáticas favorecem o estabelecimento de um sistema fluvial chamado “entrelaçado”, um tipo de rio caracterizado pela presença de múltiplos canais rasos interligados entre si e separados por barras de areia e cascalho. A água que corre pelos canais dos rios entrelaçados é incapaz de transportar todo o sedimento que chega durante os períodos de grande descarga de água. Esse grande volume de sedimento é constituído, na sua maior parte por grãos grandes (a fração areia), sendo mais pesado e difícil de ser transportado e, em menor parte, por uma fração mais fina de argila (a popular lama), típica dos rios de áreas mais úmidas que correm por extensas planícies – obviamente, um resultado da lavagem do solo espesso comumente encontrado nessas regiões.

Durante a época das chuvas, na região do semiárido, a quantidade de sedimentos que chega aos canais é muito grande. O resultado é a deposição dos sedimentos no próprio canal onde a água deveria correr. Impedida de fluir, a água abre novos canais, de modo que o canal principal de um rio subdivide-se em numerosos canais menores e mais rasos que se espalham por uma área muitas vezes imensa. É comum observarmos uma miniatura dessa feição entrelaçada no espaço urbano após as chuvas, em calçadas próximas aos montes de areia usados na construção civil. Essas pequenas “maquetes” urbanas mostram exatamente a feição dos rios entrelaçados.

A argila, que quando depositada torna o substrato e a vegetação mais firmes, apresenta-se em baixa quantidade nos canais de clima semiárido, pois o intemperismo que reduz o tamanho dos grãos é baixo, facilitando ainda mais a migração lateral dos canais.

Em consequência desses fatores, somando-se a eles as torrentes anuais, os novos canais atravessam os sedimentos depositados nas chuvas passadas e os retrabalham. Justamente nesses sedimentos se encontravam os esqueletos de dinossauros mortos no ano anterior. Seus esqueletos eram primeiramente desarticulados; os ossos menos densos eram separados dos mais densos; em seguida, eram carregados e sofriam abrasão e fragmentação. Esses restos ósseos eram então espalhados por uma imensa área. Após o final das chuvas, os ossos ainda expostos sofreriam a ação do tempo (intemperismo), muitos deles sendo reduzidos a pó. Aqueles que porventura tivessem sido soterrados muito provavelmente seriam retrabalhados pela migração dos canais nas chuvas do próximo ano. Essa é uma das razões que podem explicar por que, nas rochas da bacia Bauru, nunca são encontrados esqueletos com boa quantidade de ossos preservados. Outra consequência dessa alta taxa de desarticulação dos esqueletos de dinossauros brasileiros é que, após sessenta anos das primeiras

escavações de Price, nenhum crânio de dinossauro e nenhum esqueleto de mais de 50 por cento dos ossos articulados foi encontrado nas rochas dessa bacia, mas apenas ossos e dentes isolados, partidos ou parcialmente articulados. Certamente, com o aumento das pesquisas nessa área da paleontologia brasileira, os paleontólogos encontrarão sedimentos depositados em ambientes menos turbulentos, como os de pequenos lagos efêmeros. Desses, quem sabe, sairão esqueletos mais completos, com muita sorte apresentando o crânio ainda articulado ao restante do esqueleto.

No entanto, nas rochas da bacia Bauru – onde prevaleceram a desarticulação e o retrabalhamento dos fósseis – já foi encontrado grande número de dentes e ossos isolados de dinossauros de difícil designação, indicativos de maior diversidade no Cretáceo na mesma bacia, e escondendo, quem sabe, duas vezes o número de espécies conhecidas atualmente. O problema, no entanto, é reconhecê-los como espécies. É mais difícil estudar fragmentos, e a determinação de uma nova espécie exige um pouco mais de informação.

Pelas marés

Outro caso típico de esqueletos retrabalhados no Brasil é o das rochas da bacia São Luís-Grajaú. Todas as evidências de dinossauros lá encontradas, incluindo muitíssimos dentes, fragmentos de ossos e vértebras, ocorrem também isoladamente nas rochas. No entanto, não se tratava de um ambiente de rios entrelaçados, como na bacia Bauru, mas de uma região estuarina, próxima ao mar, com influência marinha. Nessa região, onde o mar avançava com a força das marés rio adentro, uma densa vegetação se desenvolveu durante a parte média do período Cretáceo, abrigando uma variada fauna de dinossauros. Para ali eram atraídos pela vegetação os grandes herbívoros, que, por sua vez, eram um atrativo para espécies predadoras. O rio e o mar ofereciam peixes para os dinossauros pescadores, os espinossaurídeos, cujos dentes são ali encontrados. Naquele lugar viviam e morriam, suas carcaças apodreciam, e, pela proximidade, chegavam ao imenso canal do estuário. No entanto, o vaivém das marés desarticulava, separava, retrabalhava e fragmentava, espalhava e destruía os esqueletos até que desaparecessem por completo. O que hoje se encontra naquelas rochas é o remanescente de uma verdadeira máquina de triturar ossos à semelhança de uma betoneira que mistura areia e pedras. Apenas partes duras, como dentes, e mais espessas e densas, como as vértebras, são lá encontradas por inteiro.

Tudo isso não significa que não havia bons ambientes para

preservação de esqueletos intatos nessas regiões. Existem evidências de rochas depositadas em lagos e em planícies de inundação de sistemas fluviais mais favoráveis à preservação. No entanto, esses sistemas eram mais raros, e as rochas resultantes não estão expostas pelas várias razões já discutidas, especialmente pela atuação do intemperismo. Em outros sítios conhecidos das mesmas regiões já foram encontrados esqueletos fósseis completos de outros animais, como anfíbios e tartarugas. Mas devemos notar que esses animais tinham modos de vida mais ligados à água que os dinossauros. Esqueletos de crocodilos terrestres completos também já foram encontrados na bacia Bauru, preservados muitas vezes dentro das tocas que lhes serviam de refúgio no tempo de escassez de alimento ou de água.

Lamentavelmente, os contextos referentes ao solo e ao clima durante o período Cretáceo e no decurso dos dias atuais não foram generosos para a preservação de esqueletos de dinossauros no Brasil. Neste imenso país, cuja área é duas vezes maior que a Argentina, o número de espécies de dinossauros conhecidas é cinco vezes menor. No que diz respeito aos fósseis de dinossauros, tamanho não é documento.

Pegadas de milhões de anos

No Brasil, assim como na Argentina, ocorrem muitos sítios com evidências de dinossauros, mas sem restos corporais como ossos e dentes, e sim vestígios, como pegadas. Estas não serão aqui contabilizadas, o que possivelmente dobraria o número de espécies nos dois países. No entanto, são evidências de que muitos dinossauros andaram pelo Brasil, em ambientes que não favoreciam a preservação de seus esqueletos.

Mas, antes de tratarmos dos sítios com pegadas de dinossauros no Brasil, vamos falar um pouco da sua preservação. Como é possível que pegadas tenham sobrevivido por tempo tão longo, pelo menos 65 milhões de anos? Como resistiram aos agentes intempéricos, como o vento e a água?

As pegadas deixadas pelos astronautas na superfície da Lua permanecerão lá para sempre, ainda que não tenham qualquer tipo de proteção. Exceto pelo impacto de meteoros ou pelas atividades de outros astronautas na superfície lunar, aquelas pegadas jamais serão apagadas porque não existe vento nem correntes de água para destruí-las no ambiente lunar.

Como vimos, a exigência fundamental para a preservação do resto de um animal é que tenha sobre ele algum tipo de proteção. O mesmo

vale para pegadas ou outros tipos de vestígio. As depressões deixadas pelas patas dos animais em sedimentos úmidos e não consolidados, como a lama das proximidades de um lago ou da planície de inundação de um rio – ou mesmo nas areias do deserto, onde as regiões entre as dunas tocam o lençol de água –, podem ser protegidas. A água e o vento, que ao atuarem como agentes de erosão causam o desaparecimento de marcas deixadas nos sedimentos amolecidos pela umidade, são os mesmos agentes que podem transportar uma quantidade de sedimento que as recobrirão e protegerão. Fora do canal de um rio, por exemplo, a velocidade da água pode não ser capaz de erodir o sedimento deixado na planície vizinha durante a inundação do ano anterior. Nessa região, entre as inundações anuais, um grupo de dinossauros pode ter deixado pegadas enquanto os sedimentos ainda estavam úmidos. A inundação seguinte trará nova carga de sedimentos, que recobrirá as pegadas agora em sedimentos ressecados. Com a acumulação anual de sedimentos ao longo do tempo, centenas de camadas contendo pegadas ou outros vestígios de animais serão ali empilhadas. Esses sedimentos serão então transformados em rochas, preservando as pegadas para sempre no seu interior. A região do Pantanal Mato-Grossense é um exemplo de área que vivencia esse processo hoje.

Mas como pegadas tão antigas aparecem mais tarde na superfície de uma rocha e os paleontólogos as encontram? Essas camadas contendo pegadas, hoje sob outra espessa camada de rocha, precisam novamente se aproximar da superfície, o que ocorre pelo soerguimento de montanhas ou mesmo pela erosão das rochas sobrejacentes. Além disso, a interface de contato entre a camada inferior onde foram deixadas as pegadas e a superior, que as recobriu, muitos dias ou meses mais tarde, representa uma zona de fraqueza onde a rocha não é maciça, bem colada, como no caso de um pacote de rocha formado durante um evento contínuo. Nessa interface a rocha tende a se destacar como se virássemos as folhas de um livro. São essas as rochas úteis na pavimentação de calçadas e piscinas, justamente por se destacarem em superfícies naturalmente lisas. Cabe aos paleontólogos folhear esse livro e procurar as páginas em que a umidade esteve presente, e também os dinossauros.

Alguns dos principais sítios paleontológicos que contêm pegadas se situam nas regiões Nordeste, Norte e Sudeste do Brasil.

Região Nordeste

No Nordeste brasileiro, no Estado da Paraíba mais especificamente, localizam-se as bacias sedimentares do rio do Peixe – chamadas Sousa,

Uiraúna-Brejo das Freiras, Pombal e Vertentes –, com exposições de rochas do período Cretáceo. Essas rochas, depositadas em ambientes sob clima quente, apresentam sedimentos que apontam para um passado de lagos rasos e rios efêmeros entrecortando a região. Ali, em determinada época do ano, os sedimentos próximos aos corpos de água permaneciam úmidos, o que propiciava o registro do trânsito de muitos dinossauros, além de lagartos, sapos, tartarugas e insetos. Entre os vestígios de dinossauros, há pegadas de saurópodos, terópodos e uma única pista atribuída a um ornitísquio.

Embora o número de espécies seja difícil de calcular, os 22 sítios com 78 diferentes camadas de rocha atribuídas às formações Souza, Antenor Navarro e Piranhas indicam a presença de um número imenso de indivíduos, sendo 296 pegadas de grandes terópodos, 29 de pequenos terópodos, 42 de saurópodos e 32 de ornitísquios. Essas pistas, sem dúvida, formam o sítio de pegadas mais importante do Brasil no que diz respeito aos dinossauros e facilmente dobrariam o número de dinossauros conhecidos, se fosse possível a identificação das espécies.

Região Sudeste

No Estado de São Paulo, na bacia do Paraná, ocorrem camadas de rochas formadas por sedimentos arenosos depositados em um ambiente desértico que existiu durante o início do período Cretáceo – a formação Botucatu. Há quem acredite que a parte inferior dessas camadas de rochas esteja na parte superior do período Jurássico, mas essa é uma discussão que perdura por décadas. Nesse mesmo período

a enorme massa formada pelos continentes hoje localizados no hemisfério sul e pela Índia, o supercontinente Gondwana, estava em processo de ruptura, e a Terra regurgitava sobre as areias do deserto imensas quantidades de lava que mais tarde se consolidariam, transformando-se em rocha vulcânica. Um ambiente de aparência nada favorável à vida, especialmente de grandes animais.

No entanto, nas rochas formadas pelas areias desse deserto infernal são encontradas centenas, se não milhares, de pegadas de uma grande variedade de espécies de animais invertebrados e vertebrados, incluindo anelídeos e insetos, mamíferos e dinossauros saurópodos, terópodos e ornitísquios. Em torno de quinze possíveis tipos diferentes de dinossauro deixaram pegadas nessas rochas.

Nessas mesmas rochas foi encontrado também o primeiro e único urólito descrito no Brasil, uma inacreditável marca deixada pelo xixi de um dinossauro. Urólito significa “xixi de pedra” – ou, como preferem os paleontólogos, “vestígio de uma extrusão líquida”.

Área onde afloram as rochas da formação Botucatu contendo pegadas de dinossauros.

O que esses dinossauros faziam no deserto é um assunto um pouco

mais complexo, sendo mais um desafio científico para os paleontólogos. Eles provavelmente viviam próximos de pequenos oásis que podem ter existido nessa região. Por vezes, depressões entre dunas atingiam o lençol de água, o que favorecia o estabelecimento de vegetação, que, por sua vez, atraía os animais.

Além disso, nesses arenitos existem também impressões dos pingos de chuva que caíam no deserto. Essas marcas passaram pelo mesmo processo de preservação das pegadas, ficando, portanto, registradas nas rochas.

Assim, existem indícios de umidade nesse deserto fossilizado do Cretáceo Inferior, como pegadas de dinossauros e de muitos outros animais, mas os paleontólogos ainda procuram fósseis importantes que poderiam ajudar a explicar a presença dos grandes dinossauros: os fósseis de plantas. Não há indícios de vegetação nas areias desse deserto. Elas não existiram por lá? Existiram, mas não ficaram preservadas? Ou não foram ainda encontradas? O que grandes herbívoros – saurópodos e ornitísquios, como denunciados por suas pegadas – faziam no deserto?

Uma possibilidade é que apenas passavam por lá. Periodicamente eles cruzavam o deserto, assim como fazem hoje os elefantes no deserto da Namíbia, na África. Populações isoladas de elefantes perambulam dezenas de quilômetros por canais de rios e de lagos periodicamente secos em busca de alimento e água. Na Namíbia, as chuvas são muito escassas e as águas rapidamente desaparecem nas areias. Os elefantes procuram poços e vegetação isolada e podem até usar a tromba para escavar o chão à procura de água subterrânea.

O comportamento desses elefantes, que são nossos contemporâneos, podem nos ajudar a compreender como sobreviviam os grandes dinossauros do deserto Botucatu. Embora não tivessem tromba, os ornitísquios possuíam bicos fortes, e os saurópodos poderiam usar as garras das patas para cavar a terra em busca de água. O fato de seus esqueletos não se encontrarem preservados naquelas areias, no entanto, ainda permanece um mistério.

Essas pegadas fósseis podem ser vistas nas calçadas das partes mais antigas de cidades do interior do Estado de São Paulo, como São Carlos e Araraquara. As areias silicificadas, muito duras, foram utilizadas no passado para pavimentar vários quilômetros de calçadas, além de paredes de construções antigas.

Região Norte

Na região Norte do Brasil, no Estado do Maranhão, em rochas da formação Itapecuru que datam do início do período Cretáceo, são

comuns pegadas de dinossauros. Essas rochas foram depositadas em ambiente estuarino, nas imensas planícies formadas por sedimentos trazidos pelos rios e retrabalhados pelas marés. Nesses ambientes muito úmidos uma grande quantidade de pegadas de dinossauros terópodos e ornitísquios ficou preservada.

Infelizmente, o mesmo contexto sedimentar que foi ideal para a preservação das pegadas não possibilitou, na maioria dos casos, a preservação dos seus ossos, e a determinação de espécies apenas através das pegadas é praticamente impossível.

Assim, muitas dessas rochas onde não existem ocorrências de restos corporais de dinossauros de mesma idade (bacias do rio do Peixe, na Paraíba, e formação Botucatu, em São Paulo), geograficamente muito afastadas umas das outras, muito provavelmente acolheriam espécies diferentes de dinossauros. Nossa lista de dinossauros brasileiros seguramente seria maior se as pegadas oferecessem informações mais seguras para a determinação das espécies. No entanto, o mesmo deve acontecer para as ocorrências de pegadas na Argentina, e a lista lá seria igualmente bem maior.

Área de afloramento das rochas da formação Itapecuru onde são encontradas pegadas de dinossauros.

CAPÍTULO 8

DINOSSAUROS DO BRASIL

Viagem no tempo

Vimos até agora quem foram os dinossauros, como defini-los, como evoluíram e as muitas razões que resultaram no pequeno número de dinossauros conhecidos no Brasil em comparação com a quantidade verificada na Argentina.

Vamos agora caminhar por cada uma das bacias sedimentares brasileiras onde eles foram encontrados, viajar no tempo de carona com suas rochas e conhecer cada uma das 21 espécies de dinossauro, bem como um pouco sobre os animais pré-históricos que conviveram com eles em terrenos brasileiros.

Prepare-se também para surpreender-se quando souber quais partes esqueléticas foram encontradas de cada um dos dinossauros, nem sempre tantas quanto imaginamos. Outra informação surpreendente diz respeito às imagens feitas por um paleoartista ao retratar cada um dos animais ainda em vida – imagens essas produzidas muitas vezes com base num número muito reduzido de ossos.

O alvorecer dos dinossauros: a bacia do Paraná

A bacia do Paraná é uma imensa depressão de mais de 1,2 milhão de quilômetros quadrados sobre a placa continental sul-americana, a maior parte dela em território brasileiro. Durante cerca de 250 milhões de anos, desde o período Ordoviciano até seu final, durante o período Triássico, essa bacia recebeu sedimentos das regiões que a circundavam. Mares, geleiras, desertos, rios e lagos se estabeleceram ali durante o seu preenchimento, ao longo de um tempo quase impossível de imaginar. Perto do seu final, quando a bacia parou de afundar durante o período Triássico, sob forte clima semiárido, as poucas regiões com certa umidade eram habitadas por uma variada fauna de animais, incluindo os mais antigos dinossauros.

Embora nesses sedimentos o número de dinossauros identificados não seja muito expressivo, muitos deles estão revestidos de grande importância por estarem entre os mais antigos do mundo. Por meio deles, os paleontólogos podem decifrar como foram os primeiros passos da evolução dessa linhagem espetacular de animais.

Essas camadas de rochas de idade triássica receberam dos geólogos os nomes de Formação Santa Maria e Formação Caturrita e datam dos estágios Carniano e Noriano, intervalos de tempo da parte superior do período Triássico, de idades entre 228 e 205 milhões de anos.

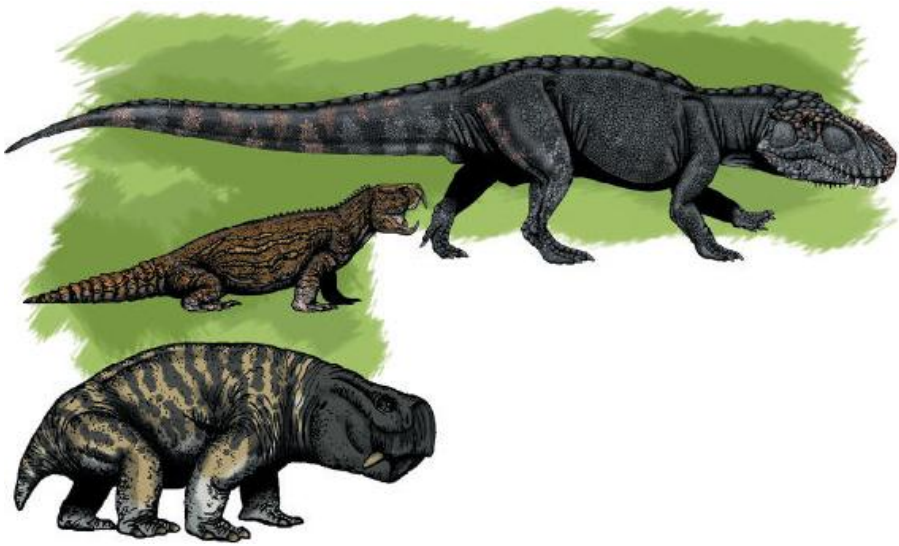
Embora o clima fosse seco, pois a região Sul do Brasil estava distante do mar, situada no interior do imenso Pangea, essas rochas

compõem-se de sedimentos finos que comportam fósseis com indícios da presença de rios e lagos intermitentes. Rios desenvolvidos em clima mais úmido possuem canais mais perenes e podem transbordar na época das cheias, inundando vastas planícies circunvizinhas. Planícies com essa característica são ótimas para se viver, pois a umidade do solo sustenta a vegetação, pelo menos durante alguns meses do ano. As rochas dessa região ainda preservaram fósseis, embora raros, de vegetais, como troncos de gimnospermas e folhas de *Dicroidium*, uma planta primitiva que já produzia sementes. Essas plantas alimentavam diversos animais herbívoros, que, por sua vez, serviam de alimento para os carnívoros, até mesmo para pequenos dinossauros.

Essas planícies inundadas foram também ótimos ambientes para a preservação de fósseis. Suas águas não eram turbulentas e os esqueletos foram delicadamente encobertos por camadas de argila. Até mesmo excrementos – denominados "coprólitos", com significado literal de "cocos de pedra" – de animais dicinodontes que viviam por ali foram fossilizados, muitos dos quais com pegadas de outros elementos da manada impressas na sua superfície.

Área onde afloram as rochas do Triássico da bacia do Paraná no Rio Grande do Sul.

Nas formações Santa Maria e Caturrita observam-se pegadas de variada fauna de animais hoje extinta. Entre os animais pré-históricos que habitavam a região durante o período Triássico, além dos dinossauros, havia o dicinodonte *Dinodontosaurus turpior*, o rincossauro *Hyperodapedon*, ambos herbívoros, e o terrível predador *Prestosuchus*, parente distante do crocodilo, um animal inteiramente terrestre que podia alcançar até 7 metros de comprimento.

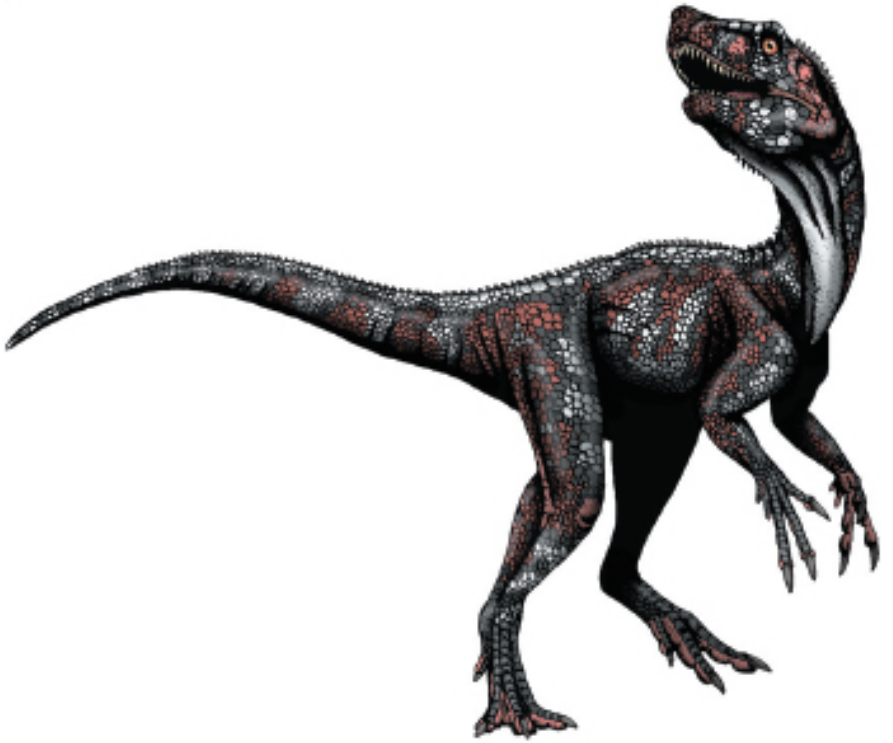


Prestosuchus, um predador gigante aparentado aos crocodilos, que rondava a região do Rio Grande do Sul durante meados do período Triássico. Abaixo o estranho rincossauro e o herbívoro *Dinodontosaurus turpior*.

Até o momento são conhecidas cinco espécies de dinossauro cujos fósseis foram encontrados em rochas do período Triássico no Brasil, todas do Rio Grande do Sul: *Staurikosaurus pricei*, *Guaibasaurus candelariai*, *Saturnalia tupiniquim*, *Unaysaurus tolentinoi* e *Sacisaurus agudoensis*.

Outros dois esqueletos designados como possíveis dinossauros – *Spondylosoma absconditum* e *Teyuwasu barberenai* – estão representados por restos parciais, que dificultam a identificação precisa de suas afinidades.

Staurikosaurus pricei



Staurikosaurus pricei foi o primeiro dinossauro formalmente reconhecido em rochas brasileiras. Como quase todos os dinossauros encontrados no Brasil, seu crânio não foi localizado. *Staurikosaurus* é um dinossauro com características que o inserem na linhagem dos saurísquios basais, isto é, um dinossauro saurísquio, mas não ainda um terópodo ou um sauropodomorfo. É, portanto, um animal que está muito próximo dos ancestrais dos dinossauros encontrados em rochas pouco mais antigas. No entanto, ele apresenta três vértebras sacrais fundidas, o acetábulo perfurado, epipófises presentes nas vértebras do pescoço e redução da tuberosidade da cabeça do fêmur, características exclusivas de dinossauros.

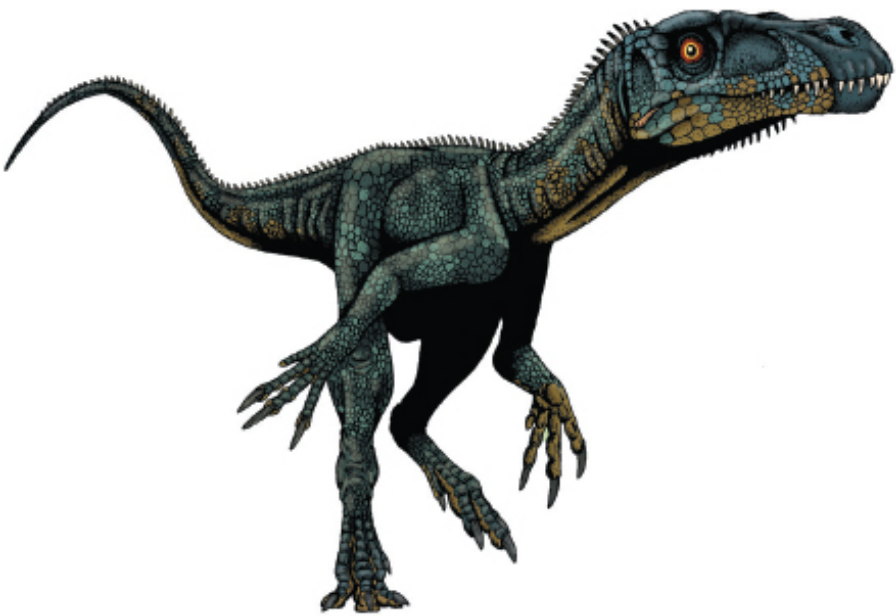
Seu parente mais próximo, *Herrerasaurus ischigualastensis*, foi encontrado em rochas de mesma idade, na Argentina. Ambos compartilham uma posição basal na árvore filogenética dos dinossauros.

Embora não sejam conhecidos restos dos seus membros anteriores, ele certamente era um animal que andava apenas sobre duas patas – os dinossauros tiveram origem em animais bípedes. Um único saurísquio basal, *Silesaurus opolensis*, de rochas do Triássico da Polônia, foi um animal quadrúpede.

Staurikosaurus tinha cabeça grande, quase do mesmo comprimento do fêmur, e apresentava mandíbulas com uma articulação extra, o que

lhe permitia movimentá-la em várias direções, tornando sua mordida muito eficiente. Os dentes comprimidos lateralmente, serrilhados e encurvados, eram capazes de agarrar e arrancar pedaços das presas. *Staurikosaurus* foi, portanto, um predador carnívoro e provavelmente veloz. Ele atemorizava outros animais das planícies próximas aos rios triássicos do Rio Grande do Sul, alimentando-se de pequenos répteis e ancestrais de mamíferos que também viviam naquela região. *Staurikosaurus* nos dá uma ideia da aparência dos primeiros dinossauros.

Guaibasaurus candelariai



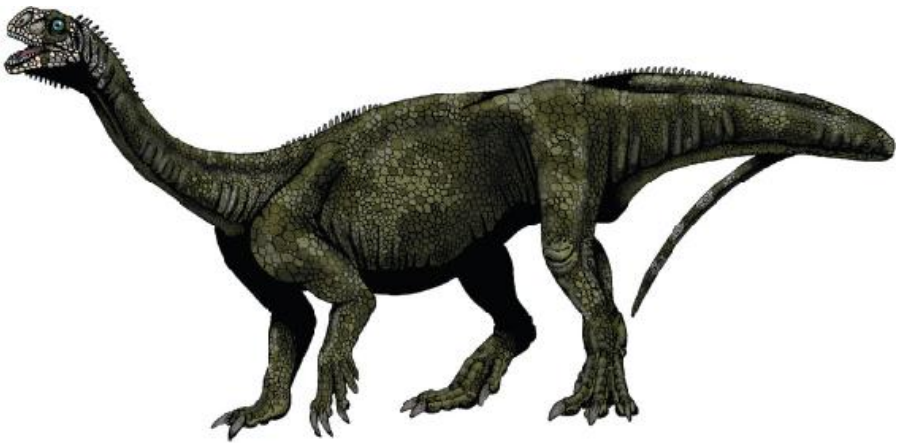
Guaibasaurus candelariai é outro dinossauro do período Triássico cujo esqueleto é conhecido apenas parcialmente. Seu crânio, bem como dentes e vértebras do pescoço, nunca foram encontrados. Embora *Guaibasaurus* tenha o acetábulo fechado, ou quase totalmente fechado, e apenas duas vértebras sacrais, os paleontólogos o incluem no mesmo grupo dos dinossauros saurísquios mais avançados, provavelmente dos terópodos basais.

Suas afinidades com os dinossauros terópodos e as características dos membros anteriores, vistas no segundo exemplar recentemente descoberto, indicam que provavelmente se tratava de um predador bípede, caçador de pequenos vertebrados.

Atualmente, *Guaibasaurus* faz parte da árvore filogenética dos dinossauros como o possível mais antigo terópodo conhecido.

Portanto, ele está na raiz da linhagem dos dinossauros que viria a originar os mais incríveis predadores que já habitaram a terra firme, da qual também se originaram as aves.

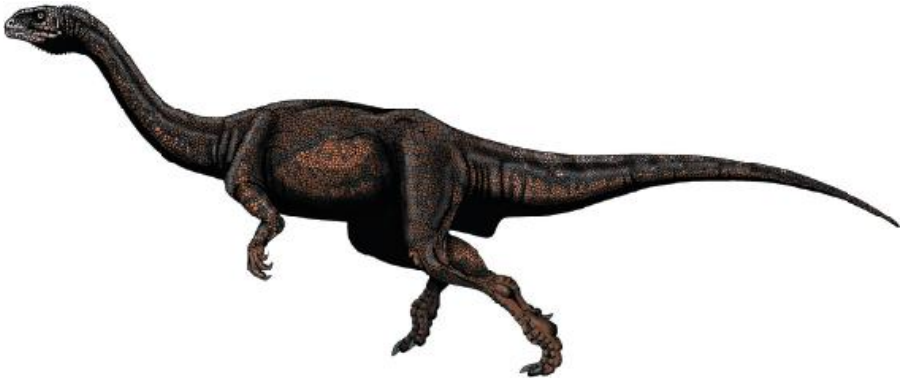
Saturnalia tupiniquim



Saturnalia tupiniquim é considerado o mais antigo dinossauro sauropodomorfo. Isso significa que ele representa o modelo de animal que mais tarde deu origem a várias outras linhagens importantes, como a dos desconhecidos prossaurópodos e dos gigantes saurópodos. *Saturnalia*, portanto, é mais um dos modelos antigos de dinossauros encontrados em rochas do Triássico brasileiro. Ao estudá-lo, os paleontólogos podem reconhecer características dos ossos e dos hábitos de vida dos primeiros animais de uma linhagem cuja evolução, milhões de anos mais tarde, os transformaria nos maiores animais que já habitaram a terra firme.

Características do esqueleto e dos dentes indicam que o *Saturnalia* era um animal onívoro, isto é, que podia se alimentar tanto de plantas como de pequenos animais e se deslocava usando quatro patas, mas ocasionalmente podia correr como um animal bípede para perseguir uma presa ou fugir de um predador.

Unaysaurus tolentinoi



Como em todos os dinossauros triássicos encontrados no Brasil, as afinidades filogenéticas do *Unaysaurus tolentinoi* são ainda motivo de discussão. *Unaysaurus* é atualmente considerado um dinossauro prossaurópodo, uma linhagem irmã dos gigantes saurópodos, composta por animais herbívoros, principalmente bípedes, comuns durante o final do Triássico e extintos na parte inicial do período Jurássico.

Unaysaurus possui características comuns a outros prossaurópodos, como a posição da articulação da mandíbula abaixo da fileira de dentes e o dedo I (o polegar) da pata anterior maior que os outros dedos, bem como a primeira falange torcida. No entanto, particularidades dos dentes mostram similaridades com *Saturnalia tupiniquin*, um dinossauro considerado atualmente como um não prossaurópodo.

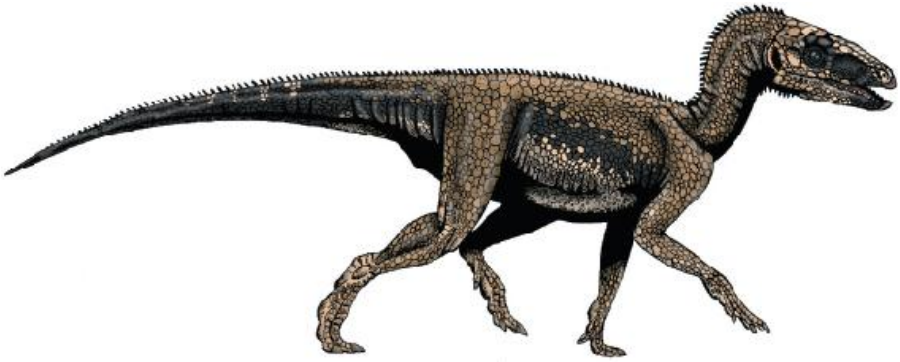
Outro resultado surpreendente da análise de parentesco do *Unaysaurus* é a afinidade com *Plateosaurus*, um prossaurópodo de características mais modernas, encontrado na Alemanha em rochas do Triássico pouco mais jovens.

Unaysaurus, portanto, apresenta características de "modelos" antigos de prossaurópodos, mas também outras que o aproximam do *Plateosaurus*, um "modelo" moderno, encontrado em uma região distante da América do Sul. Se essas análises estiverem corretas, elas são indicativas de que, desde o início dessa linhagem, no Triássico, os prossaurópodos já estavam distribuídos por boa parte do Pangea.

A cabeça relativamente pequena e os dentes serrilhados em forma de espátula denotam que *Unaysaurus* era um animal que se alimentava de plantas.

Seu crânio é o mais completo de um dinossauro já encontrado no Brasil.

Sacisaurus agudoensis



Sacisaurus agudoensis é mais um dinossauro do Triássico brasileiro e, como os outros, está cercado por controvérsias ligadas às suas afinidades. Trata-se dos primeiros restos ósseos encontrados no Brasil atribuídos à linhagem dos dinossauros ornitísquios, a mesma linhagem dos famosos *Triceratops* e *Iguanodon*.

Por se tratar de outro "modelo" antigo de dinossauro, apresenta características intermediárias entre os ornitísquios e os ancestrais da linhagem, mas há aqueles que não acreditam tratar-se de um dinossauro. Os dinossauros ornitísquios apresentam como característica mais marcante a presença de um osso singular na extremidade da mandíbula, o pré-dentário, o qual, em vida, suportava um bico córneo semelhante ao de uma ave. No *Sacisaurus* esse osso ainda não estava fundido, o que representa uma etapa evolutiva pouco anterior à fusão. No entanto, outras características da mandíbula, dentes e tíbia o agrupam aos dinossauros ornitísquios.

Curiosamente, assim como *Unaysaurus tolentinoi*, *Sacisaurus* apresenta parentesco mais próximo a um dinossauro europeu, o *Silesaurus apolensis*, encontrado em rochas triássicas da Polônia, o que constitui mais uma evidência de que os dinossauros, logo após sua origem na América do Sul, espalharam-se pelo mundo enquanto este ainda consistia de uma única massa continental, o Pangea.

Uma característica do *Sacisaurus* tão enigmática quanto sua afinidade é o fato de que, entre os restos dos esqueletos, somente fêmures de pernas direitas foram encontradas, um total de doze, com raros fragmentos da perna esquerda. Esse é um fato geológico tão improvável de ocorrer que a única explicação até hoje oferecida foi a casualidade – que, no entanto, alguns consideram a mais improvável.

Sacisaurus foi um dinossauro herbívoro que provavelmente caminhava com as quatro patas, mas eventualmente podia fugir de predadores locomovendo-se apenas sobre as duas pernas traseiras.

Com *Sacisaurus* concluímos a apresentação dos dinossauros do período Triássico brasileiro, o tesouro paleontológico gaúcho, evidências das mais antigas sementes que germinaram para dar

origem aos animais mais incríveis que já povoaram a Terra.

Dinossauros na caatinga do Araripe

Vamos conhecer agora os dinossauros do período Cretáceo do Ceará e de Pernambuco. Aproximadamente 110 milhões de anos os separam dos antigos dinossauros que infestavam as planícies triássicas do Rio Grande do Sul.

A Terra havia atravessado o período Jurássico, que praticamente não deixou registro geológico no Brasil, e o imenso Pangea já não existia. Durante o Cretáceo, cerca de 110 milhões de anos atrás, os continentes já assumiam uma configuração muito próxima da atual: um pequeno braço de mar, de talvez apenas algumas centenas de quilômetros de largura, separava a América do Sul da África. Nesse momento, como um reflexo dos eventos geológicos que conduziram à separação, formou-se uma depressão na crosta, hoje denominada pelos geólogos “bacia sedimentar do Araripe”. Essa depressão tinha contato restrito com o mar e foi inundada, dando origem a uma laguna onde se depositaram sedimentos cretáceos. As camadas de rochas da bacia do Araripe estão hoje expostas na superfície, através de relevos de cuestas que formam a chapada do Araripe, no Nordeste do Brasil.

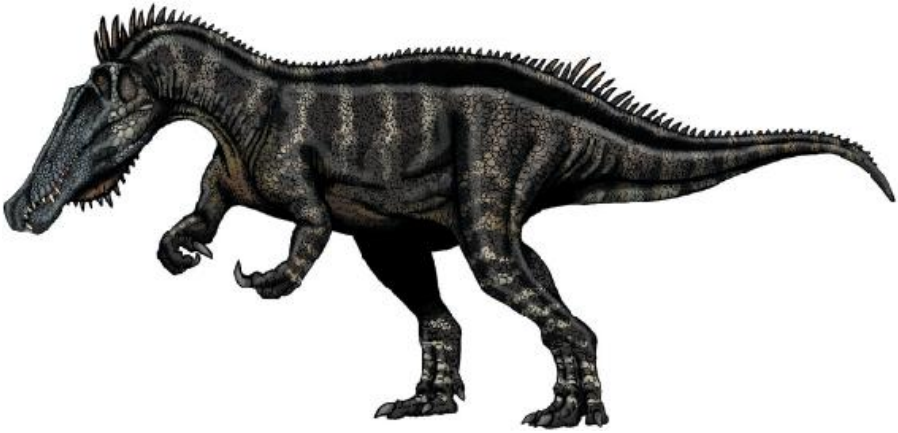
Área onde afloram as rochas da bacia do Araripe.

Atualmente, a chapada do Araripe é uma região que armazena rochas consideradas integrantes de um dos sítios paleontológicos mais importantes do mundo. Em uma das suas unidades de rochas, a formação Santana, é encontrada numerosa e variada quantidade de fósseis de plantas, insetos, peixes, tartarugas, crocodilos, pterossauros e, ainda que raros, restos de dinossauros. Sob um clima semiárido, a umidade fornecida pela laguna sustentava, na sua periferia, vegetação típica de clima seco.

Até o momento, das rochas da formação Santana são conhecidas quatro espécies de dinossauro, todas da linhagem dos terópodos: *Angaturama limai, Irritator challengeri, Mirischia asymmetrica* e *Santanaraptor placidus*. Restos de outras três ou quatro espécies de dinossauros de difícil identificação já foram encontrados, bem como algumas pegadas.

Pterossauros como o *Tapejara imperator*, o *Anhanguera piscator* e o *Thalassodromeus sethi*, entre outros, rasgavam o céu e as águas em busca de peixes. Por ali andaram também pescadores e outros pequenos dinossauros predadores de pequenos animais.

Angaturama limai

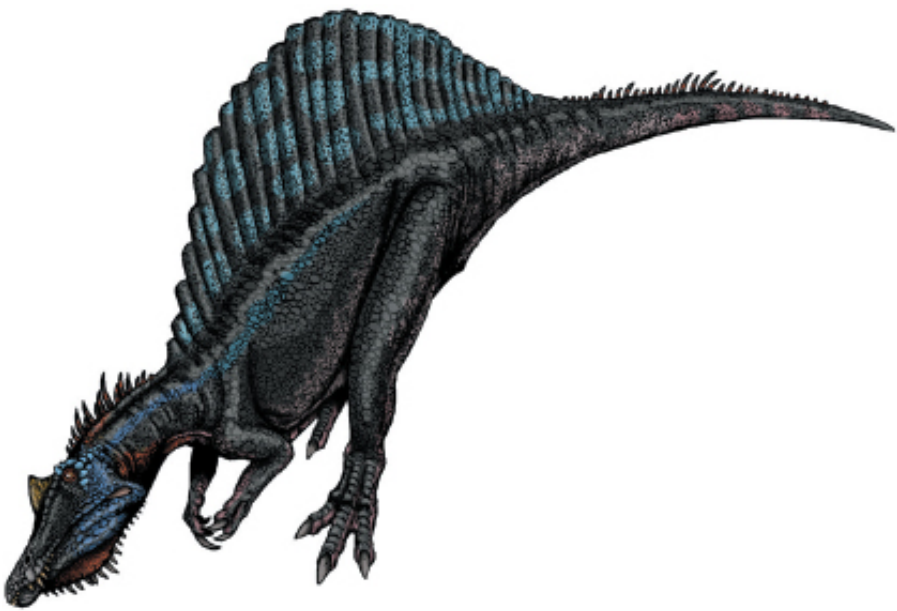


Angaturama limai foi um dinossauro terópodo espinossaurídeo, o primeiro dessa linhagem reconhecido no Brasil. Esses terópodos são bem conhecidos porque esqueletos de algumas espécies indicam a presença de uma grande vela dorsal sustentada por longos processos das vértebras. Além disso, características como um focinho alongado

com dentes cônicos, às vezes serrilhados, um pescoço longo e garras poderosas nos dedos das mãos indicam que esses dinossauros foram pescadores. De fato, não é incomum que restos de espinossaurídeos sejam encontrados associados a ossos e escamas de peixes em outras regiões do mundo. Mas sua dieta não excluía pequenos animais, nem mesmo pterossauros. Nas mesmas rochas onde foram fossilizados os restos do *Angaturama* foi encontrada a vértebra de um pterossauro com um dente de espinossaurídeo inserido nela.

Angaturama limai, no entanto, é representado apenas por um pequeno fragmento da extremidade da mandíbula. A sua aparência – como a existência, ou não, de uma vela nas costas –, bem como o seu tamanho, podem ser interpretados apenas de maneira indireta, usando como modelo outros espinossaurídeos.

Irritator challengeri



Irritator challengeri é conhecido apenas pelos restos parciais do crânio, que mede 84 centímetros de comprimento. No trabalho original de 1996 ele foi equivocadamente designado como um dinossauro *maniraptor*, uma categoria de dinossauros mais modernos, muitos dos quais já dotados de penas. No entanto, em estudos realizados em 2002 os paleontólogos reconheceram algumas características no esqueleto que os ajudaram a perceber que se tratava de mais um dinossauro espinossaurídeo. Há quem acredite que o fragmento de mandíbula identificado com o nome de *Angaturama*, o

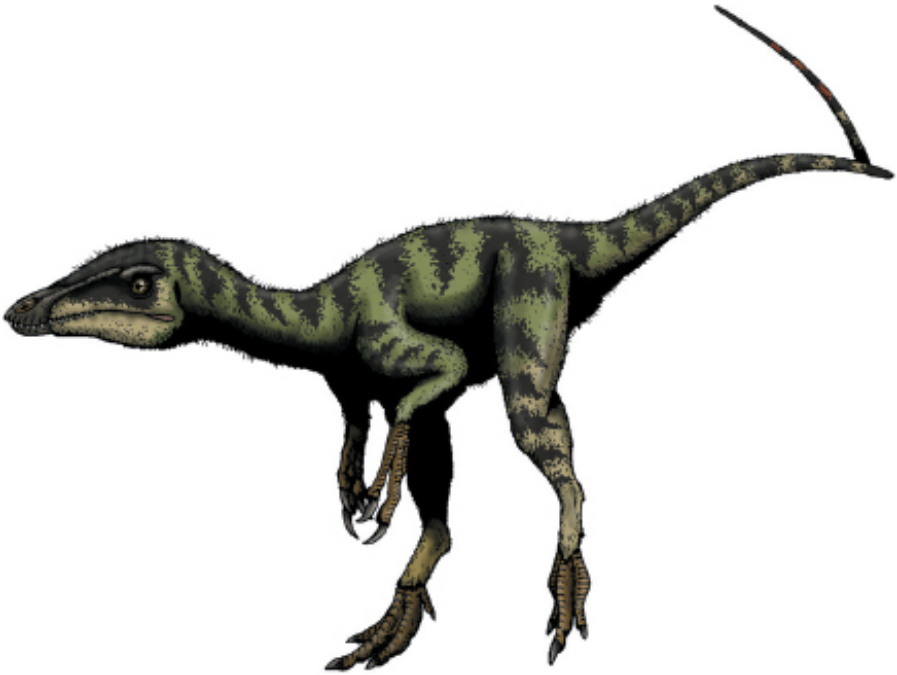
outro espinossaurídeo da chapada do Araripe, seja a parte que completaria o crânio parcial de *Irritator*. Além disso, os dentes de ambos são semelhantes, pois não apresentam serrilhas. Uma vez confirmados, esses fatos fariam do *Angaturama* um sinônimo do *Irritator*, isto é, ambos representariam a mesma espécie. Essa possibilidade, no entanto, está atualmente descartada.

Dinossauros espinossaurídeos são raros, pois o número de espécies conhecidas não chega a dez em todo o mundo, duas das quais brasileiras. Para dinossauros que se alimentavam preferencialmente de peixes, a imensa laguna cretácea da bacia do Araripe, onde abundam peixes fósseis, certamente era um lugar ideal para viver. Não é por menos que junto de uma laguna envolta por um ambiente semiárido dinossauros com hábitos intimamente ligados à água estejam entre os mais representados.

A evolução do hábito da pesca não foi exclusividade da linhagem dos dinossauros. Cinquenta milhões de anos mais tarde, quando grandes mamíferos terrestres começaram a pescar, a evolução transformou-os em baleias. Grandes répteis predadores marinhos, como os mosassauros e os plesiossauros, haviam desaparecido na grande extinção do final do Cretáceo. De forma semelhante, a evolução parecia conduzir os dinossauros para a água. O processo natural foi interrompido nos espinossaurídeos, provavelmente porque as águas já estavam ocupadas por grandes répteis marinhos. Mas os dinossauros foram, sim, viver no mar, embora apenas parcialmente, especialmente em busca de alimento, na linhagem das aves já no Cretáceo e também como pinguins. Seus fósseis mais antigos datam de 40 milhões de anos, idade próxima daquela em que os mamíferos terrestres passavam pela transformação. A pressão evolutiva para a mudança de hábitos era constante, e nesse momento quem estava mais próximo da água acabou por terminar dentro dela.

Dinossauros espinossaurídeos são ótimos exemplos da criatividade adaptativa dos dinossauros nos ecossistemas da era Mesozoica. Os dinossauros se diversificaram rapidamente após sua origem em meados do período Triássico, cresceram imensamente ou tornaram-se minúsculos, aprenderam a comer plantas, ou mesmo tornaram-se carniceiros, aprenderam a voar e, por fim, a pescar. A evolução é a maior habilidade da vida, e também a maior virtude.

Mirischia asymmetrica



Mirischia asymmetrica foi um dinossauro terópodo celurossauro da linhagem dos compsognatídeos, um grupo de menos de dez espécies de pequenos dinossauros até então encontrados somente na Ásia e na Europa. *Mirischia* é o único compsognatídeo encontrado na América do Sul. Compsognatídeos são os mais antigos modelos de dinossauros a apresentar penas, ainda que de estrutura simples, somente para proteção contra a perda de calor do corpo, possivelmente a razão evolutiva que determinou seu desenvolvimento.

De fato *Sinosauropteryx*, um compsognatídeo que viveu na China durante o início do Cretáceo, até onde se conhece, é o exemplo mais "primitivo" de dinossauro emplumado. Seus fósseis mostram estruturas fibrosas impressas por toda a linha dorsal do corpo, desde a cabeça até a extremidade da cauda, interpretadas como penas. Essas penas, porém, apresentam microestrutura diferente das encontradas hoje nas aves e possivelmente devem representar os resquícios das primeiras experiências evolutivas para a produção do revestimento do corpo em dinossauros de sangue quente. Embora seja um dinossauro emplumado antigo, não é o mais velho. *Archaeopteryx*, do final do Jurássico da Alemanha (140 milhões de anos), embora seja um dinossauro mais moderno por causa das suas penas mais sofisticadas e até pela capacidade de voo, é encontrado em rochas 15 milhões de anos mais antigas que as do *Sinosauropteryx*. Assim, as penas do *Archaeopteryx* são as mais antigas conhecidas, mas têm características mais modernas que as de outros dinossauros mais novos

(*Sinosauropteryx*, 125 milhões de anos).

Como fósseis com características mais modernas podem ser encontrados em rochas mais antigas?

Isso ocorre quando a história não está toda contada. Como disse, faltam páginas do livro, camadas de rocha inferiores que nos revelam a evolução das penas desde sua origem até a pena moderna do *Archaeopteryx*. O que sabemos sobre a história da evolução das penas começa com registro do *Archaeopteryx*. Não temos informação anterior. *Sinosauropteryx* e *Archaeopteryx* são animais de linhagens diferentes em momentos evolutivos diferentes, assim como nós, seres humanos, convivemos com primatas que ainda adotam o modo de vida quadrúpede, abandonado por nossa linhagem há cerca de 3,5 milhões de anos.

As rochas que contam a história das penas ocorrida antes do *Archaeopteryx* ou não guardaram o registro ou não foram ainda encontradas. Certamente, a evolução das penas ocorreu em uma linhagem pretérita, estando provavelmente registrada em rochas da parte inferior do período Jurássico, em alguma região do mundo ainda inexplorada pelos paleontólogos.

O fato é que *Mirischia*, um dinossauro de uma linhagem próxima do *Sinosauropteryx*, poderia ter herdado penas de seus ancestrais e ter sido um dinossauro emplumado. Embora restos de tecidos moles tenham sido encontrados no único exemplar de *Mirischia* descoberto, evidências de penas não estão presentes. Como veremos adiante, a laguna da chapada do Araripe oferecia condições para a preservação de tecidos moles e mesmo um bom número de penas isoladas já foram encontradas naquelas rochas. Assim, é possível que em breve vejamos nos noticiários a descoberta do primeiro dinossauro com evidências de plumas ou penas fossilizadas no Brasil.

Santanaraptor placidus

Santanaraptor placidus foi um pequeno dinossauro terópodo da linhagem dos celurossauros, possivelmente um maniraptoriforme, linhagem à qual pertenceram muitos dinossauros famosos, como *Tyrannosaurus*, *Oviraptor*, *Velociraptor* e a mais antiga ave conhecida, *Archaeopteryx*. Seu esqueleto é incompleto, não sendo conhecidos restos do seu crânio, das vértebras cervicais e dorsais e dos membros anteriores. Sua aparência, no entanto, é baseada nas suas afinidades com outros terópodos celurossauros.

O fato mais extraordinário referente aos restos do *Santanaraptor* é que, associados aos seus ossos, foram encontrados vestígios de tecidos moles fossilizados, como fibras musculares, vasos sanguíneos e pele. Isso ocorreu porque no fundo lamoso da laguna onde se acumularam os sedimentos da formação Santana existiam condições especiais, como a baixa concentração de oxigênio (o oxigênio é um terrível

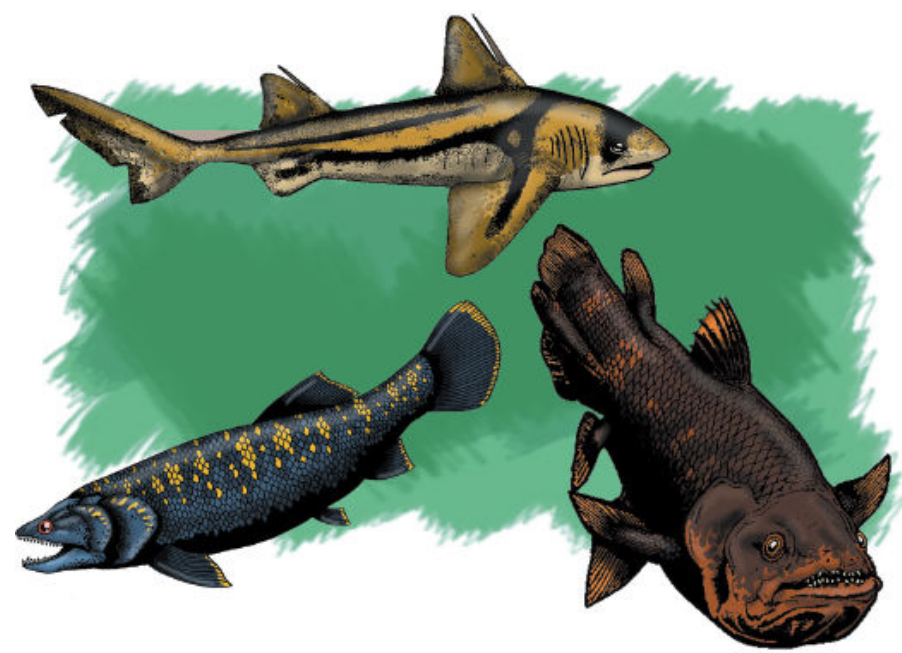
inimigo dos tecidos moles). Além disso, um ambiente pobre em oxigênio não é muito favorável à vida, e animais invertebrados que poderiam se alimentar de tecidos moles não viveriam ali. O fundo daquela laguna era impróprio à vida e por isso favoreceu a preservação extraordinária das carcaças dos animais que ali chegavam.

Esses fósseis de tecidos moles são, na verdade, réplicas perfeitas e minuciosamente copiadas dos tecidos originais que foram substituídos por outro material. Outro achado extraordinário dessa formação foi o das réplicas de ovos de peixes encontrados no interior de peixes fossilizados no fundo da laguna.

Atualmente, os paleontólogos brasileiros estão à procura de restos do DNA que porventura tenham sido preservados junto com os tecidos moles do *Santanaraptor*.

Os peixes fósseis do Araripe

As rochas da formação Santana guardam registros de peixes fossilizados mais extraordinários do mundo. Além da grande diversidade – em torno de 25 espécies –, eles ocorrem de maneira abundante. Milhões deles estão espalhados ilegalmente pelo mundo em museus, nas mãos de turistas e de colecionadores amadores. Curiosamente, no Brasil, o comércio de fósseis é ilegal. Então, como estão espalhados pelo mundo? Pirataria é a resposta.



Reconstrução dos peixes fósseis do Araripe. Em cima, o pequeno tubarão *Tribodus*; à direita o misterioso celacantídeo; à esquerda o terrível *Calamopleurus*.

Entre os maiores peixes encontrados está o amiídeo *Calamopleurus cylindricus*, representante de uma linhagem muito antiga dos peixes que facilmente chegava a 1 metro de comprimento. Esse peixe tinha cabeça, boca e dentes assombrosamente grandes. Atualmente, uma única espécie da mesma linhagem, *Amia calva*, que vive nos Grandes Lagos da América do Norte, é conhecida pelo seu grande apetite, sendo capaz de atacar pequenos mamíferos e mesmo seres humanos que se aventuram em águas rasas.

Por se tratar de peixes de uma mesma linhagem, de tamanhos e formas muito parecidos, o que de certa maneira pode indicar hábitos de vida semelhantes, é possível que *Calamopleurus* também apresentasse comportamento agressivo na grande laguna cretácea.

Assim, não é improvável que no futuro os paleontólogos encontrem restos de esqueletos preservados no interior dos fósseis de um *Calamopleurus*, que numa bela noite do Cretáceo, há 110 milhões de anos, tenha matado a fome devorando um filhote de *Santanaraptor* ou de outros pequenos dinossauros e pterossauros que se divertiam ao lado de pequenos peixes nas águas rasas da laguna.

Dinossauros terópodos da formação Santana

É notável que, entre os restos de esqueletos de dinossauros presentes nas rochas da formação Santana, sejam encontrados apenas terópodos carnívoros, sempre com esqueletos incompletos.

Embora sob clima seco, existem muitas evidências de vegetação que poderia sustentar pequenos dinossauros herbívoros. No entanto, além de pegadas, há apenas uma única menção de fragmento ósseo atribuído de maneira duvidosa a um dinossauro ornitísquio. Restos corporais de herbívoros, portanto, são praticamente inexistentes nas rochas formadas na antiga laguna Araripe. Embora ocorram em menor número que o esperado para rochas do período Cretáceo, ossos e pegadas de dinossauros terópodos são mais comuns.

Por que os quatro dinossauros da formação Santana representam apenas espécies carnívoras? Embora raros, os herbívoros devem ter perambulado por lá. Mas por que restos deles não são encontrados com a frequência esperada?

Existem algumas possibilidades, entre as quais devemos considerar que a vegetação desenvolvida no clima semiárido na região da laguna não era suficiente para sustentar um grande número de espécies e populações numerosas, o que fazia deles, assim como os carnívoros, animais raros na região.

Outro fato importante, agora ligado à preservação do registro das rochas, é que os sedimentos mais costeiros – isto é, depositados às margens da laguna, onde, seguramente, por causa da proximidade do ecossistema terrestre, havia maior quantidade de animais – não são conhecidos. A erosão os destruiu, assim como cuidadosamente recolhemos das margens de um prato a sopa servida muito quente. Desse modo, apenas os sedimentos depositados nas áreas mais centrais e profundas da laguna ficaram registrados. Quem quisesse se tornar fóssil, como veremos a seguir, de alguma forma precisaria deixar as margens para afundar na região mais profunda da laguna.

Embora presentes, mesmo os esqueletos dos dinossauros terópodos são muito raros e incompletos nas rochas da Formação Santana, com apenas membros ou a cabeça sempre isolados, nunca associados. Esse fato pode indicar que foram transportados e preservados longe do local onde viveram e morreram.

A fim de garantir a leveza e a agilidade necessárias para um caçador, características típicas da maioria dos terópodos, a natureza fez que parte dos ossos de dinossauros celurossauros fosse oca como os das aves – portanto, mais leves. Uma vez mortos nas margens, ou próximos delas, suas carcaças eram levadas para a laguna, de onde as correntes superficiais as transportavam para longe das praias. Durante a viagem, as carcaças podiam ser decompostas pelo ataque de peixes, e uma vez separadas, afundavam longe das praias, onde a laguna era mais profunda e oferecia excelentes condições para a preservação. Como o crânio é a unidade mais pesada do esqueleto, mas se mantém preso ao corpo pela articulação relativamente mais frágil, era a primeira parte a ser desmembrada do corpo. Isso pode explicar o fato de um crânio nunca ter sido encontrado junto com o corpo de um dinossauro nessas rochas, e vice-versa, apesar de estarem preservados em sedimentos de local estagnado, isto é, sem correntes de fundo, e sem a presença de pequenos animais, que, mesmo em ambiente subaquático, destroçariam as carcaças apodrecidas antes que chegassem ao fundo.

Essas evidências são comprovadas pela excelente preservação dos peixes, que, na maior parte dos casos, não tiveram nem mesmo as escamas deslocadas para fora da posição. Mas ainda há uma pergunta intrigante a ser feita: uma vez que os dinossauros herbívoros eram escassos, o que dinossauros predadores fariam naquela região?

Outros animais viviam nas margens da laguna. Crocodilos, tartarugas, insetos e muitos pterossauros formavam uma rica comunidade de presas para esses animais caçadores.

Outra possibilidade eram os peixes, vivos e mortos. Como vimos, dinossauros terópodos como *Irritator* e *Angaturama* eram pescadores e poderiam se alimentar de peixes vivos nas águas rasas.

As rochas da formação Santana são conhecidas também pelas extensas camadas de milhões de peixes mortos que se acumularam durante eventos de mortandade em massa desencadeados por tempestades. Essas grandes tormentas, que ocorriam periodicamente, revolviam as águas anóxicas e venenosas estagnadas do fundo da laguna, misturando-as às águas saudáveis das partes superiores da coluna d'água onde os peixes viviam. Essas águas envenenavam e matavam grandes quantidades de peixes e moluscos. Ao mesmo tempo, as ondas formadas durante as tempestades lançavam para as margens grandes quantidades de peixes mortos, mas frescos, que poderiam atrair dinossauros como *Santanaraptor* e *Mirischia*, que visitavam ocasionalmente as praias para se alimentar de peixes mortos.

Outro atrativo para os terópodos, como vimos, foram os pterossauros. Estes que viveram na laguna do Araripe eram pescadores e provavelmente descansavam nas margens entre uma pescaria e outra. Eles constituíam uma fonte garantida de carne para os predadores. (Lembremos o incrível fóssil de um dente de dinossauro preso a uma vértebra de pterossauro.) Imensos e desajeitados em terra firme, eram presas fáceis para predadores bípedes.

A laguna Araripe foi uma grande oportunidade para os dinossauros, assim como para outros animais que tinham uma vida mais ligada ao ambiente aquático. O período Cretáceo foi um momento de grande diversidade de dinossauros em todo o mundo; no entanto, como veremos adiante, mais uma vez o clima era seco demais na região e impôs limites à diversidade. Com isso, a possibilidade de preservação de um grande número de esqueletos foi baixa simplesmente porque na região os dinossauros eram raros.

Vamos agora dar um salto para o Noroeste, até o Estado do Maranhão, a cerca de 700 quilômetros da bacia do Araripe, local onde, durante o Cretáceo, 15 milhões de anos mais tarde, outra depressão da crosta estava recebendo sedimentos e sendo o lar de muitos dinossauros: a bacia São Luís-Grajaú.

Quando a África era logo ali: a bacia de São Luís-Grajaú

Há 95 milhões de anos a América do Sul e a África já estavam separadas por um oceano Atlântico ainda jovem, de apenas algumas centenas de quilômetros de largura. Naquele período, meados do Cretáceo, a costa brasileira onde hoje se localiza o Estado do Maranhão era uma região estuarina, onde o mar se estendia terra adentro pela desembocadura de um rio, formando uma paisagem

muito similar àquela vista hoje exatamente na mesma região da baía de São Marcos, próxima à cidade de São Luís.

Área onde afloram as rochas da bacia de São Luis-Grajaú.

Embora naquela época o clima predominante na região também fosse semiárido, evidências fósseis demonstram que a proximidade com o mar favorecia a presença de umidade capaz de sustentar uma vegetação mais variada, composta principalmente por samambaias arborescentes e gimnospermas. A presença de vegetação, por sua vez, tornava a região um lugar agradável, com maior variedade de ambientes para uma fauna muito diversificada viver, incluindo tartarugas, jacarés e pterossauros, além de dinossauros herbívoros e carnívoros.

Restos fósseis desses animais são encontrados em rochas aflorantes da ilha do Cajual, na baía de São Marcos. Essas rochas, denominadas informalmente laje do Coringa, formam uma das camadas de sedimentos da chamada Formação Alcântara e são muito ricas em fósseis.

No entanto, o ambiente estuarino cretáceo que caracterizava aquela região, como ocorre hoje, sofria a influência das marés. O vaivém das correntes que diariamente avançavam e recuavam sobre os sedimentos retrabalhava constantemente os esqueletos que lá chegavam transportados pelos rios, como também esqueletos de animais mortos na região próxima à costa. Assim, todos os restos encontrados nas rochas da laje do Coringa apresentam-se desarticulados, fragmentados, com marcas de retrabalhamento intenso, isto é, destruídos. Somando-se a isso há ainda a influência de marés muito fortes sobre o estuário atual, como sucedia durante o Cretáceo. Além de permitir o acesso ao sítio fossilífero apenas por algumas horas do dia, essas marés mais uma vez retrabalham os ossos, agora fósseis, que se destacam da superfície exposta da rocha.

Assim, embora ricamente fossilífera, a laje do Coringa oferece aos paleontólogos apenas fragmentos de difícil identificação. Por isso, todos os dinossauros ali encontrados ainda não puderam receber nomes específicos, sendo conhecidos apenas pelo nome do grande grupo ao qual pertencem, tais como carcarodontossaurídeo (parente do *Carcarodontosaurus* encontrado na África), espinossaurídeo (parente dos espinossaurídeos descritos na bacia do Araripe e também na África), velociraptorídeo (similar ao *Velociraptor*), entre outros. É como se encontrássemos restos de ossos de seres humanos e, por causa do estado de preservação ruim, pudéssemos identificá-los apenas como pertencentes a um hominídeo.

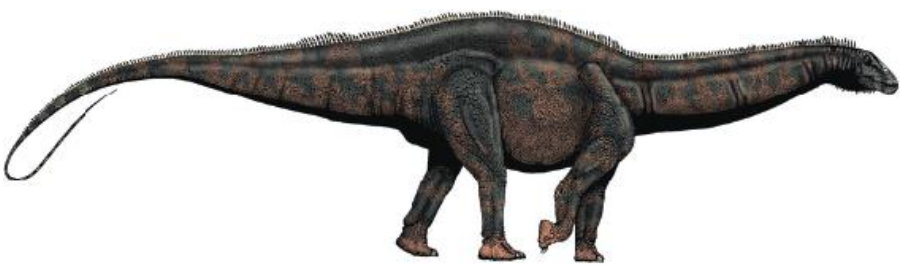
Apesar do estado de preservação precário, esses fragmentos foram suficientes para os paleontólogos perceberem que muitos dos grupos de dinossauros identificados como habitantes da região guardavam algum parentesco com dinossauros que viviam na África no mesmo período. Embora os dois continentes já estivessem separados, há quem acredite que um caminho terrestre, cujos registros geológicos foram apagados, ainda ligava os dois continentes, o que explicaria um possível trânsito de dinossauros entre o Brasil e a África.

Outra possibilidade é que ancestrais desses grupos teriam vivido nas regiões Norte do Brasil e Noroeste da África antes da separação dos continentes. Esses continentes ainda mantinham uma ligação terrestre até cerca de 125 milhões de anos passados, possibilitando o trânsito de grandes animais. No entanto, isso só será confirmado quando forem encontradas evidências fósseis de uma mesma espécie que teria vivido tanto no Brasil como na África no mesmo intervalo de tempo. Na África, no entanto, diferentemente do Brasil atual – sob clima muito úmido e sujeito ao forte intemperismo e à ação das marés –, as mesmas rochas afloram no deserto do Saara. No deserto o intemperismo é quase nulo, e isso possibilita que se retirem esqueletos de dinossauros em ótimo estado de preservação.

Dessa forma, após a separação dos continentes e o consequente isolamento das populações, ocorrido cerca de 30 milhões de anos antes da presença de dinossauros na atual região da laje do Coringa, cada grupo seguiria sua jornada evolutiva de maneira independente, dando origem a espécies diferentes, porém aparentadas. Nesse caso, os fósseis da baía de São Marcos estariam preservados em rochas pouco mais novas, formadas após a separação, e representados por espécies distintas daquelas encontradas na África, descendentes de dinossauros mais antigos, ainda não encontrados no Brasil.

Entre os dinossauros descobertos nas rochas da bacia São Luís-Grajaú estão: *Amazonsaurus maranhensis*, *Rayososaurus* e outros saurópodos, além de vários dinossauros terópodos.

Amazonsaurus maranhensis

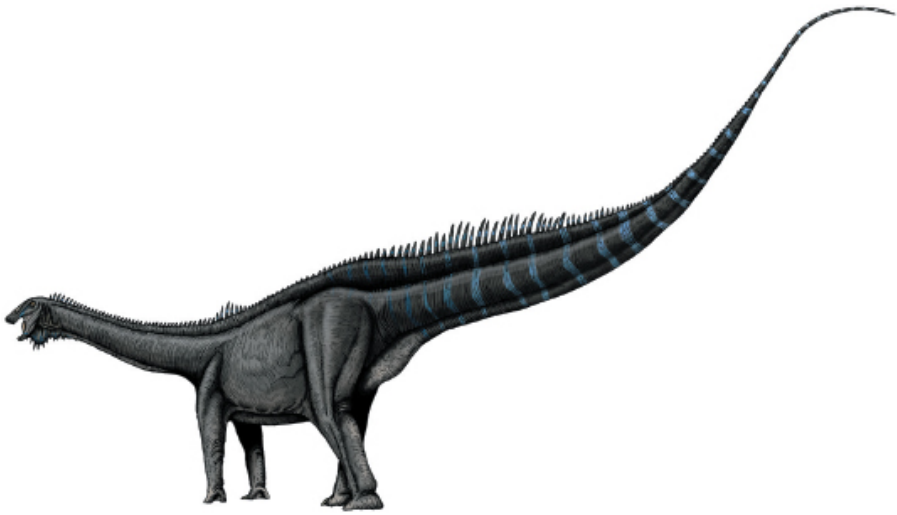


Amazonsaurus maranhensis foi um dinossauro saurópodo diplodocídeo, parente não muito distante do famoso gigante *Diplodocus*, encontrado em rochas do Jurássico da América do Norte. Juntamente com os titanossaurídeos, formaram o grupo dos grandes saurópodos que caracterizaram a fauna de dinossauros herbívoros no Brasil durante o Cretáceo.

Amazonsaurus viveu na época em que o oceano Atlântico era ainda jovem e as praias do Estado do Maranhão estavam a poucas centenas de quilômetros da costa africana. Os restos do seu esqueleto foram encontrados em sedimentos formados em um ambiente oposto ao da formação das rochas da laje do Coringa, onde um rio avançava para o mar sobre os depósitos iniciais de um delta. *Amazonsaurus* provavelmente vivia pastando nas planícies alagadas onde crescia alguma vegetação. Possivelmente, após a morte, sua carcaça foi transportada pelo canal do rio até encontrar as planícies deltaicas, onde ficou encalhada. Os ossos foram então retrabalhados pelas marés até serem quase completamente espalhados e, posteriormente, encobertos por sedimentos. Essa fase de retrabalhamento pode ter sido um dos fatores responsáveis pelo fato de seu esqueleto estar representado apenas parcialmente, com muitos ossos fragmentados e

com sinais de que sofreram algum tipo de transporte.

Rayososaurus



Rayososaurus é o segundo dinossauro saurópodo diplodocídeo conhecido no Brasil. Assim como *Amazonsaurus*, seus ossos foram encontrados em sedimentos transportados pelos rios e depositados próximos do mar – nesse caso, no ambiente estuarino onde se depositaram as rochas da laje do Coringa. Nas mesmas rochas do *Rayososaurus* há também fósseis de animais e plantas de água doce, salobra e marinha, indicativos de um ambiente estuarino. Feições vistas nas rochas e nos fósseis também indicam atividades de correntes de marés, o que configura um ambiente onde os esqueletos estiveram sujeitos à desarticulação e posterior destruição pelo vaivém das ondas.

Apenas dezessete vértebras, entre as quase cem que provavelmente existiam em seu esqueleto, foram encontradas, todas com sinais de intenso retrabalhamento antes do soterramento final. É por isso que *Rayososaurus* não tem ainda uma designação específica, mas apenas genérica, e sua aparência pôde ser inferida somente quando comparada a dinossauros da Patagônia argentina, como *Rayososaurus agrionensis*, uma espécie do mesmo gênero de aproximados 9 metros de comprimento, encontrado em rochas dez milhões de anos mais jovens.

A vegetação densa daquela região acolheu outros grandes saurópodos, alguns dos quais com parentesco muito próximo dos dinossauros encontrados na Argentina e na América do Norte. Restos de dinossauros saurópodos, provavelmente relacionados aos titanossaurídeos (*Saltasaurus*, da Argentina) e braquiossaurídeos

(*Pleurocoelus*, da América do Norte), foram encontrados nos depósitos da laje do Coringa, mas as evidências são precárias, sendo necessárias novas descobertas para a confirmação das afinidades desses fósseis. Outros possíveis saurópodos incluem os titanossaurídeos Andesaurídeo, Saltassaurídeo e outros similares ao *Aegyptosaurus* e ao *Malawisaurus*.

Terópodos da laje do Coringa e da praia da Baronesa

Fragmentos de ossos e dentes de dinossauros terópodos também são comuns nas rochas cretáceas da bacia São Luís-Grajaú, especialmente na laje do Coringa e em rochas da praia da Baronesa. Restos de pelo menos oito terópodos já foram encontrados. As correntes de maré atuantes naquela bacia estuarina, assim como no caso dos gigantes saurópodos, também não pouparam seus esqueletos. Apenas dentes e vértebras resistiram, e os paleontólogos fazem o que podem para tentar identificar a quais dinossauros pertenceram.

Dentes são estruturas mineralizadas constituídas principalmente por dentina, revestida externamente pela substância mais dura e resistente presente no esqueleto dos vertebrados, o esmalte. Além disso, dentes são numerosos em cada indivíduo, podendo chegar a pouco mais de sessenta em um único dinossauro terópodo de grande porte, o *Carcharodontosaurus*, e pouco mais de cinquenta em um pequeno animal como o *Velociraptor*. Esse grande número de dentes por indivíduo pode ainda ser multiplicado, porque diferentemente de nós, e assim como no caso dos tubarões, os dinossauros podiam substituir dentes permanentes que se perdiam durante as caçadas ou lutas. Por toda a vida, cada dinossauro pode ter espalhado centenas de dentes no ambiente. Assim, essa grande quantidade de dentes por indivíduo, associada à sua alta resistência mecânica, fez deles elementos comuns no registro fossilífero, muitas vezes as únicas evidências nos ambientes onde predominam processos destrutivos como ondas e correntes, como é o caso da laje do Coringa e da praia da Baronesa.

Dentes de terópodos são ainda mais interessantes porque podem apresentar formas diferentes, podendo ser, ou não, comprimidos lateralmente, cônicos, curvos, com ou sem serrilhas nas bordas. As serrilhas, por sua vez, são formadas por pequenos dentículos, que também podem variar em número, forma, tamanho e espaçamento. Os paleontólogos perceberam que essas variações são peculiares a cada uma das diferentes linhagens dos terópodos, sendo, portanto, úteis na determinação pelo menos do grande grupo de dinossauros a qual determinado dente pertenceu. Além disso, essas variações podem estar

ligadas ao tipo de função executada pelo dente. Dentes com características diferentes poderiam ser usados para prender presas, rasgar e cortar tecidos ou até para esmagar e cortar ossos.

Dentes de terópodos espinossaurídeos, por exemplo, são normalmente cônicos e podem não apresentar os dentículos que conferem ao dente o aspecto serrilhado. Eles não foram desenhados para cortar, mas para retirar grandes peixes da água. Não por acaso, são muito parecidos com os dentes dos crocodilos atuais, especialistas na captura de peixes.

Os dentes alongados, pontiagudos e levemente encurvados do *Carcharodontosaurus* eram usados primeiramente para penetrar o couro das presas, a fim de prendê-las e subjugá-las. Então, as bordas serrilhadas ajudavam a arrancar grandes pedaços de carne.

Dentes de terópodos dromeossaurídeos e velociraptorídeos eram serrilhados e comprimidos lateralmente, o que os tornavam mais frágeis. Uma presa que se debatia poderia arrebentar uma dentição desse tipo. Assim, acredita-se que esses animais primeiramente subjugavam suas vítimas com as garras das mãos e dos pés para então as matar, provocando ferimentos fatais com mordidas rápidas e precisas.

Outra fonte de informações sobre os dentes dos dinossauros terópodos são as marcas presentes em grande quantidade de ossos fósseis de dinossauros herbívoros que foram por eles atacados. Na América do Norte, por exemplo, marcas de dentes de *Tyrannosaurus rex* já foram encontradas em ossos de dinossauros ornitísquios seus contemporâneos, como o *Triceratops* e o *Edmontosaurus*, ou mesmo em outros membros da sua espécie.

Dinossauro carcharodontossaurídeo, um imenso carnívoro que aterrorizava o Maranhão no Cretáceo.

Assim, os dentes fósseis compõem uma imensa fonte de informações para os paleontólogos, e, embora algumas vértebras também tenham sido encontradas, os vários terópodos da bacia São Luís-Grajaú são conhecidos principalmente pelos dentes.

Foram também reconhecidos nas rochas da laje do Coringa restos de carcharodontossaurídeos (muito próximos do *Carcharodontosaurus*), duas espécies de espinossaurídeos (um deles semelhante ao *Spinosaurus*), um velociraptorídeo, dromeossaurídeos e um terópodo similar ao *Elaphrosaurus*, além de um possível terópodo do gênero *Sigilmassasaurus* e outro similar ao *Bahariasaurus*, todos eles encontrados em rochas do período Cretáceo da África.

O paraíso infernal da paleontologia

É notável a grande diversidade de dinossauros da bacia São Luís-Grajaú, sem dúvida um dos sítios paleontológicos mais importantes do Brasil. A umidade proporcionada pela proximidade com o mar fez daquela região um paraíso para a vegetação. Esta última, por sua vez, tornou-se um paraíso para os dinossauros, nos mesmos moldes de algumas regiões cretáceas da Argentina, onde a vegetação luxuriante abrigava grande número de espécies de dinossauros terópodos e saurópodos. Se, por um lado, o lugar era um paraíso para viver, produzindo muitos restos de animais ali mortos, foi também um verdadeiro inferno para a preservação dos esqueletos, impedindo a identificação precisa pelos paleontólogos. De qualquer forma, embora na maior parte dos casos a identificação dos dinossauros não alcance a precisão necessária para a determinação da espécie, em torno de 23 possíveis novas espécies de dinossauros diferentes dos conhecidos no Brasil já foram encontradas em rochas cretáceas da bacia São Luís-Grajaú, número maior que o total de espécies oficialmente descritas de todos os outros sítios paleontológicos brasileiros somados.

O último refúgio – O Cretáceo da bacia Bauru

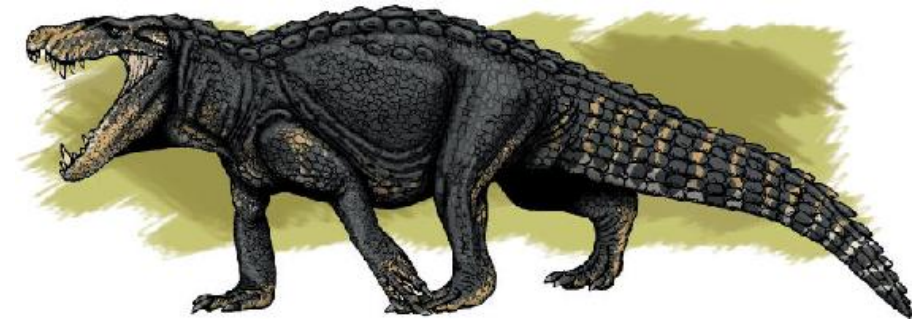
A bacia Bauru guarda o pacote de rochas mais jovens onde dinossauros podem ser encontrados no Brasil. De modo geral, a sequência de ambientes onde esses sedimentos foram depositados esteve, praticamente durante os trinta milhões de anos que durou o seu preenchimento, sob um clima semiárido, entre 95 e 65 milhões de anos. O mar já tinha se retirado da região havia pouco mais de 150 milhões de anos, no final do período Permiano, deixando um amplo espaço para a fauna terrestre viver e diversificar-se. No entanto, como vimos, o clima não ajudou.

Área onde afloram as rochas de idade cretácica a bacia Bauru.

O Cretáceo foi o período em que espécies de dinossauros se multiplicaram em todo o mundo, com temperaturas pouco mais altas e uma grande estabilidade climática que empurrou para a direção dos polos a linha dos trópicos. Os dinossauros, assim como muitas outras linhagens de vertebrados marinhos e terrestres, experimentaram uma era de ouro. Mas não na bacia Bauru. Essa enorme área detém apenas uma tímida quantidade de espécies de dinossauros, bem como de outros vertebrados terrestres. As mesmas razões que detiveram sua diversidade podem nos ensinar várias questões ligadas ao clima e aos ambientes do passado. Além disso, embora ainda não existam evidências, é possível que alguns dos dinossauros dessa bacia tenham testemunhado a grande catástrofe ocorrida durante o final do período Cretáceo.

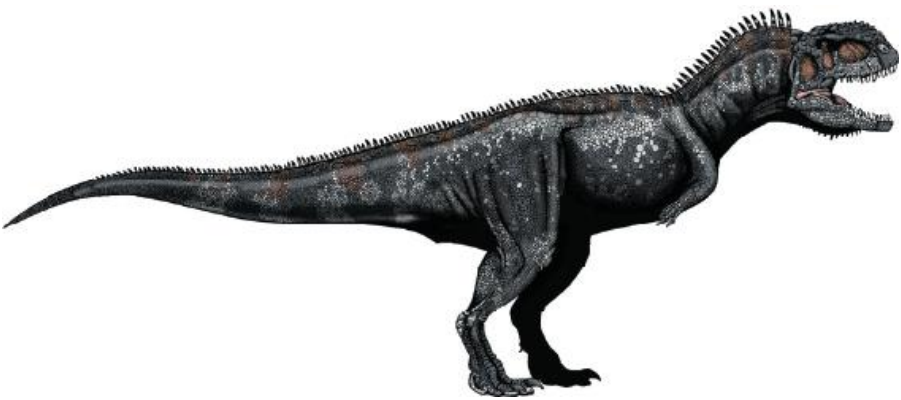
Até o momento foram descritos formalmente nove fósseis de dinossauros provenientes de rochas cretáceas da bacia Bauru: o terópodo *Pycnonemosaurus nevesi*, um maniraptor, e os saurópodos titanossaurídeos *Antarctosaurus brasiliensis*, *Aeolosaurus*, *Baurutitan*

britoi, *Trigonosaurus pricei*, *Maxakalisaurus topai* e *Adamantisaurus mezzalirai*, além do recém-anunciado *Uberabatitan ribeiroi*.



Baurusuchus, um crocodilo terrestre predador, que rondava a região do Estado de São Paulo durante o final do período Cretáceo.

Pycnonemosaurus nevesi



Pycnonemosaurus nevesi foi um terópodo abelissaurídeo, uma linhagem de dinossauros encontrados apenas na América do Sul, África e Índia, alguns dos continentes que se localizavam no hemisfério sul durante o Cretáceo. Outros abelissaurídeos, assim como o *Pycnonemosaurus*, foram grandes predadores bípedes na América do Sul. Entre eles, os mais conhecidos são o *Abelisaurus*, do qual apenas o crânio quase completo foi encontrado, e o *Carnotaurus*, representado por um esqueleto praticamente completo, ambos da Argentina. Essas duas espécies são possivelmente aparentadas com a espécie brasileira. Por outro lado, o *Pycnonemosaurus*, como a maior parte dos dinossauros brasileiros, não tem o crânio conhecido. Dele foram encontrados apenas pouco mais de uma dúzia de ossos, além de cinco fragmentos de dentes, e sua aparência é conhecida somente pelo parentesco com as espécies argentinas.

Dinossauro terópodo maniraptor

Dinossauros maniraptores mais antigos são conhecidos desde o início do Jurássico, entre 200 e 190 milhões de anos atrás. Cinquenta milhões de anos mais tarde, animais dessa linhagem dariam origem à primeira ave, *Archaeopteryx lithographica*, e mais tarde a outros famosos, como *Velociraptor* e *Oviraptor*, do Cretáceo da Mongólia, e *Deinonychus*, do Cretáceo da América do Norte.

Somente a garra de um dos dedos da pata anterior desse maniraptor foi encontrada. Dinossauros terópodos maniraptores tinham braços e mãos alongadas, com garras que os ajudavam a prender e fatiar as

presas; e uma cauda rígida que auxiliava no equilíbrio do corpo durante a corrida. Como uma linhagem precursora das aves, os ossos da clavícula já eram fundidos, formando a fúrcula, o popular osso da sorte.

As características da garra do maniraptor brasileiro são muito distintas daquelas dos maniraptores encontrados na Argentina, o que possivelmente indica a presença de uma nova espécie na América do Sul.

Esse dinossauro foi um predador bípede, muito provavelmente com um corpo total ou parcialmente emplumado. O conhecimento de sua aparência definitiva depende da descoberta de novos fósseis. Apenas um paleoartista é capaz de imaginar seu aspecto e suas cores.

Antarctosaurus brasiliensis

Antarctosaurus brasiliensis foi um titanossaurídeo, uma linhagem de dinossauros saurópodos que apareceu no final do período Jurássico e durante o período Cretáceo se espalhou por todo o mundo,

especialmente pelo Gondwana. Dos continentes que compunham este supercontinente, restos de titanossaurídeos só não foram encontrados ainda na Antártida.

Os dinossauros titanossaurídeos eram quadrúpedes e herbívoros e podiam alcançar até 40 metros de comprimento. Há estimativas de que o *Bruhathkayosaurus*, um titanossaurídeo encontrado em rochas do Cretáceo da Índia, chegasse a incríveis 44 metros!

No entanto, fato curioso é que, entre os dinossauros saurópodos, os titanossaurídeos possuíam uma cabeça alongada mas surpreendentemente pequena, menor que a de um cavalo. Além disso, seus dentes eram diferentes dos da maioria dos outros saurópodos: alongados e de espessura próxima à de uma caneta, adaptados somente para arrancar brotos e folhas das árvores. Eram todos iguais, sem os enormes molares moedores presentes nos grandes animais herbívoros da atualidade – afinal de contas, herbívoros precisam triturar os vegetais.

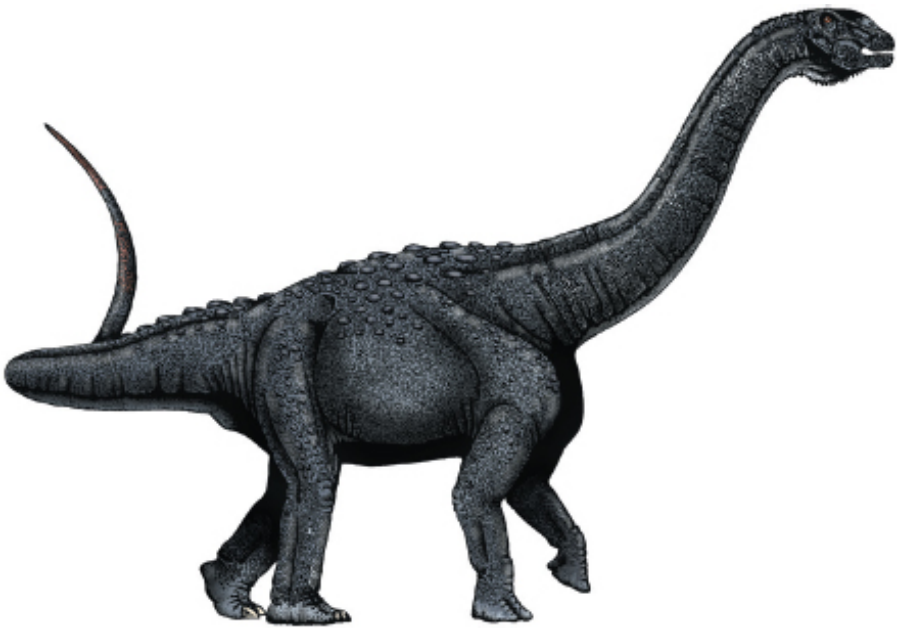
Assim, como é possível que um animal de cabeça tão pequena, sem dentes moedores, fosse capaz de triturar as folhas grossas e coriáceas das gimnospermas para alimentar um corpo tão volumoso, equivalente a três ou quatro elefantes? Essa questão, associada a importantes achados fósseis, nos ajuda a compreender um pouco mais a vida desses gigantes.

Dinossauros titanossaurídeos estão agrupados em uma linhagem um pouco mais abrangente chamada *Macronaria*, que reúne também os gigantes braquiossaurídeos e os camarassaurídeos. Estes últimos têm como representante um saurópodo do Jurássico norte-americano chamado *Camarasaurus*. Anos atrás, associados aos esqueletos do *Camarasaurus*, foram encontrados grandes fragmentos de rocha muito dura, arredondados, que os paleontólogos logo perceberam tratar-se de gastrólitos (do grego *gastro*, que significa estômago, e *lithos*, pedra). Fragmentos semelhantes, porém muito menores, são encontrados no trato digestivo de muitos animais viventes, como jacarés, galinhas, papagaios e até mesmo de algumas focas. Os animais os engolem e os mantêm no trato digestivo, no intestino ou na moela, para que auxiliem na trituração dos alimentos. Embora não sejam as principais ferramentas para a trituração de folhas e sementes, seguramente ampliam a eficiência da digestão. Os fragmentos de rocha no interior do trato digestivo fizeram o papel dos molares nesses gigantes, obviamente associados a um exército de bactérias que igualmente auxiliavam na decomposição da celulose.

Esse pode ter sido o caso dos titanossaurídeos que viveram no Brasil. Seu parentesco com dinossauros camarassaurídeos pode indicar que eles também utilizavam essa estratégia. No entanto, na bacia Bauru, gastrólitos nunca foram encontrados associados aos seus

esqueletos, mas apenas aos de crocodilos.

Gondwanatitan faustoi



Gondwanatitan faustoi é um dos titanossaurídeos mais completos já encontrados no Brasil, com cerca de 30 por cento dos ossos preservados. Embora seu nome tenha o sufixo *titan*, uma designação comum para dinossauros gigantes, não tinha mais que 15 metros de comprimento, tamanho acanhado se comparado a outros dinossauros titanossaurídeos. Com exceção do *Antarctosaurus brasiliensis*, outros titanossaurídeos descritos de rochas situadas a leste da bacia Bauru não alcançavam 20 metros – *Adamantisaurus*, também de 15 metros, e *Baurutitan*, *Trigonosaurus* e *Maxakalisaurus*, de aproximados 13 metros.

Por outro lado, titanossaurídeos descobertos na Argentina, como *Argentinosaurus* e *Puertasaurus*, estão entre os maiores saurópodos conhecidos, tendo possivelmente alcançado mais de 40 metros de comprimento.

Não é improvável que titanossaurídeos brasileiros encontrados na porção mais oriental da bacia Bauru apresentassem algum tipo de nanismo por causa do ambiente semiárido que prevalecia na região durante o Cretáceo e à provável escassez de alimentos, como já foi sugerido por alguns paleontólogos. De fato, alguns titanossaurídeos da bacia Bauru são pouco maiores que a metade do comprimento médio da maioria dos titanossaurídeos do mundo.

A redução do tamanho corporal de algumas linhagens, não apenas

de dinossauros, pode ocorrer como uma estratégia de sobrevivência em locais onde a disponibilidade de alimento é escassa. Exemplos de nanismo se verificam tanto em animais e plantas viventes como no registro fóssil, em linhagens que vivem ou viveram isoladas de fontes externas de alimento, como ilhas, cavernas ou oásis. Esse pode ter sido o caso da bacia Bauru durante o Cretáceo, onde restos de vegetais fósseis são raros, evidências de que a vegetação capaz de sustentar esses animais era provavelmente carente, restrita apenas às proximidades de corpos de água efêmeros em ambientes que lembrariam os oásis atuais.

Recentemente, foi descrito um dinossauro com evidências incontestáveis de nanismo. Em rochas do período Jurássico da Alemanha, *Europasaurus*, um dinossauro anão com parentesco muito próximo aos titanossaurídeos, apresentava nanismo porque sua população ancestral ficou isolada e evoluiu em uma ilha. *Europasaurus* é um genuíno caso de nanismo, comprovado pelo fato de que espécimes jovens e adultos não passavam de 7 metros de comprimento, pouco mais que a metade do comprimento dos menores titanossaurídeos brasileiros. Estudos minuciosos dos ossos, que mostram que esses animais apresentavam uma desaceleração da taxa de crescimento, nunca foram realizados para as espécies brasileiras, de modo que o nanismo dos dinossauros brasileiros, associado ao estresse ambiental provocado pelo clima semiárido, pode ser apenas especulação.

Além disso, paleontólogos argentinos acreditam que apenas as espécies do início da linhagem dos titanossaurídeos foram mais propensas ao gigantismo e espécies posteriores alcançaram tamanhos médios que variavam entre 20 e 30 metros, ou menos que isso, como algumas espécies brasileiras.

Aeolosaurus

Durante o Cretáceo os titanossaurídeos foram os mais comuns dos grandes dinossauros herbívoros. Eles estão presentes em grande número na Argentina e compõem o grupo de dinossauros de maior número de espécies conhecidas no Brasil.

Aeolosaurus é um dos sete titanossaurídeos brasileiros. Entre todos os titanossaurídeos da bacia Bauru somente ele viveu também na Argentina. O fato de existirem no Brasil sete espécies distintas das quase vinte já descobertas na Argentina indica que não havia muito trânsito dos dinossauros titanossaurídeos entre os dois países. As faunas evoluíram, portanto, quase totalmente isoladas geneticamente, e esse isolamento é um dos processos que aceleram a evolução e ampliam a diversidade. Quando, por alguma razão, o trânsito genético é interrompido entre grupos de uma mesma população, cada um deles seguirá uma história evolutiva independente, em geral em ambientes diversos que exigirão adaptações distintas. Com o tempo, as diferenças

se acumulam e as novas espécies aparecem.

Seis dos sete titanossaurídeos que viveram na atual região Sudeste do Brasil durante o Cretáceo permaneceram isolados do restante das espécies presentes na América do Sul. Tendo seguido caminhos evolutivos distintos, sem mistura genética com populações da Argentina, tornaram-se espécies diferentes.

A região de origem da linhagem dos titanossaurídeos é ainda motivo de controvérsias. As mais antigas evidências da presença desses animais são as pegadas encontradas na Inglaterra – portanto, em terras do outro supercontinente situado no hemisfério norte, a Laurásia, outra grande massa continental que reunia a América do Norte, a Europa e a Ásia. Essas pegadas datam do Jurássico, aproximadamente 165 milhões de anos atrás. Restos corporais do mais antigo titanossaurídeo, *Janenschia robusta*, foram descobertos na África – portanto, no Gondwana – e datam também do período Jurássico, mas pouco mais recentes: 155 milhões de anos.

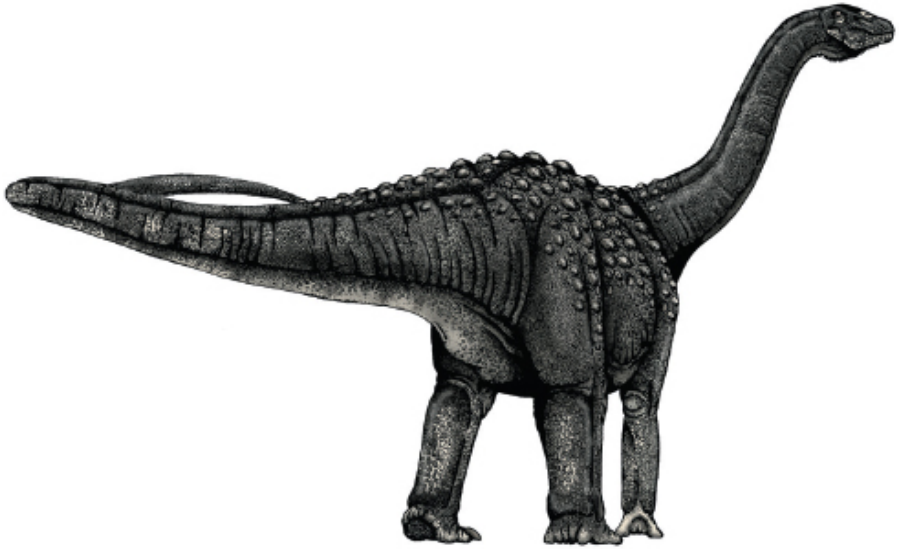
Assim, a ideia de que os titanossaurídeos tiveram origem no Gondwana, como tem sido proposto há muitos anos, pode ser em parte contestada pelas pegadas pouco mais antigas presentes na Laurásia.

No entanto, como a separação definitiva entre o Gondwana e a Laurásia ocorreu por volta de 164 a 161 milhões de anos, um ou dois milhões de anos antes das pegadas encontradas na Inglaterra, é possível que os titanossaurídeos tenham se originado no Gondwana e migrado para a Laurásia, como também é provável o caminho inverso. Registro incompleto, mistérios paleontológicos.

Apenas aqueles que já passaram pelo menos uma noite acampados na Patagônia argentina podem compreender por que esse dinossauro tem o nome em homenagem a Aeolus, o protetor dos ventos.

Titanossauros de Peirópolis, a Pedreira Caieira

Baurutitan britoi



Restos parciais articulados do esqueleto do *Baurutitan britoi* e do *Trigonosaurus pricei* foram encontrados nas rochas da Formação Marília expostas na região de Peirópolis, em Minas Gerais, em um famoso sítio paleontológico conhecido como Pedreira Caieira, onde Llewellyn Ivor Price trabalhou por pouco mais de uma década.

Um mapa dos fósseis descobertos na Pedreira Caieira foi elaborado por Price durante os vários anos de trabalho de coleta. Seu esquema mostra uma imensa quantidade de fragmentos de ossos desarticulados, além de sequências de vértebras sacrais e caudais articuladas, uma pélvis completa e outra, fragmentada. Esses fósseis, que seguramente representam mais de um indivíduo, podem também fazer parte de três espécies distintas. Uma sequência composta por uma vértebra sacral e dezoito vértebras caudais ainda articuladas foi designada como *Baurutitan*, um dinossauro, portanto, conhecido apenas por sua cauda.

O fato de tais vértebras terem permanecido articuladas, assim como o bom estado de conservação dos ossos e a grande quantidade de fragmentos e ossos de diferentes tamanhos preservados em um mesmo sítio, podem indicar que o material sofreu pouco ou nenhum transporte após a decomposição dos tecidos de conexão, isto é, da pele, ligamentos e músculos. Esse esqueleto foi encontrado muito provavelmente próximo do local onde o animal morreu. Se isso estiver correto, onde está o restante de seu esqueleto, os grandes ossos como fêmures e úmeros?

Restos de ossos de grandes herbívoros atuais, como rinocerontes, elefantes e zebras mortos nas planícies africanas, revelam feições similares àquelas encontradas no sítio do *Baurutitan*. Observações de esqueletos de animais mortos na África indicam que a destruição e o transporte dos ossos podem se dever à atuação de carniceiros (abutres

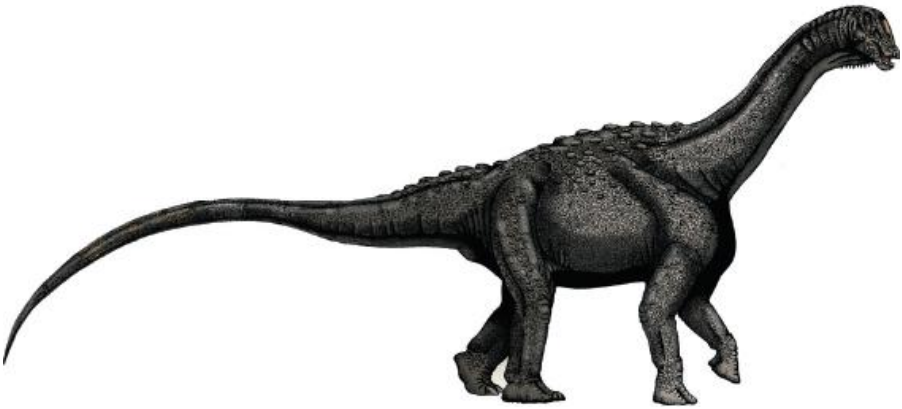
e hienas, entre outros), que trituram e espalham os ossos por uma grande área, até serem completamente destruídos. Além disso, nessas planícies os esqueletos são frequentemente pisoteados pelas manadas de grandes herbívoros que migram periodicamente, sendo mais uma vez destruídos e espalhados.

A atividade dos carniceiros e o pisoteio podem também ter sido a causa da destruição do esqueleto do *Baurutitan* logo após sua morte. Dentes de dinossauros terópodos que ocasionalmente poderiam vasculhar as carcaças de titanossaurídeos já foram descobertos dispersos nas rochas da mesma região.

Pegadas que revelam pisoteio não são encontradas no local, mas podemos acreditar que o pisoteio ocorreu com base em outros sinais. Inúmeras evidências de pegadas fósseis de saurópodos encontradas em várias regiões do mundo mostram que esses gigantes podiam se deslocar em grandes ou pequenas manadas. Os titanossauros brasileiros certamente se moviam em pequenas manadas e podem muito bem ter pisoteado e espalhado os ossos de animais já mortos enquanto percorriam a antiga região da pedreira. A pedreira Caieira, portanto, pode representar um sítio onde ocorreu algum tipo de pisoteio. Esse fato, no entanto, não elimina a possibilidade de retrabalhamento e quebra dos ossos do *Baurutitan* pelas águas que remobili-zaram seus ossos e trouxeram as areias que os recobriram para sempre.

Mas causa surpresa o fato de grandes ossos das pernas, como fêmures e úmeros, não terem sido encontrados nesse sítio. É estranho que partes imensas tenham sido separadas umas das outras. Qual processo sedimentar seria responsável por isso? Qual processo elimina partes grandes e pesadas e deixa para trás pequenos fragmentos? Se o material não foi transportado, onde estão os grandes ossos dos dois esqueletos? Se as águas não foram capazes de transportar a cauda e a pélvis dos imensos titanossaurídeos, é possível que outros de seus grandes ossos venham a ser encontrados em futuras escavações naquele mesmo sítio. Eles devem estar por perto.

Trigonosaurus pricei



Trigonosaurus pricei é outro dinossauro titanossaurídeo encontrado no sítio paleontológico de Caieira. Seu esqueleto foi preservado ao lado do esqueleto do *Baurutitan*. É possível ainda que uma terceira espécie esteja presente. O fato de esses dinossauros terem sido preservados juntos é intrigante, e as causas podem ser variadas.

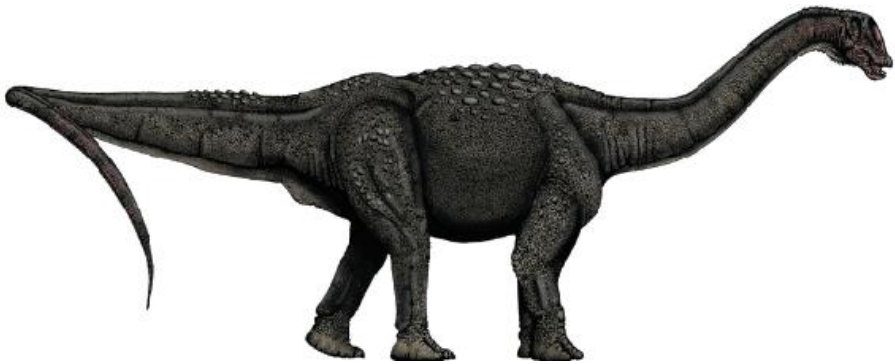
Como vimos, é possível que esses titanossaurídeos vivessem em manadas, e pela grande quantidade de ossos desses animais encontrados na bacia Bauru, poderíamos concluir que os grupos eram compostos por muitos indivíduos. Assim como se vê nos documentários da vida selvagem africana, em que zebras, gnus, elefantes e girafas pastam distribuídos por pequenas regiões, é provável que espécies de titanossaurídeos compartilhassem a mesma área com vegetação. Isso é muito provável porque, em virtude do clima seco predominante naquela região durante o Cretáceo, a vegetação talvez estivesse concentrada nas regiões pouco mais úmidas, o que atraía os animais que buscavam alimento e água. Nessas áreas, onde viviam diversas espécies, não era improvável que as carcaças de animais mortos acabassem próximas umas das outras.

Outra possibilidade é a acumulação de esqueletos como resultado da atividade de predadores: após matar e esquartejar uma presa, o predador leva partes da carcaça para se alimentar até áreas mais seguras, longe da manada ou de outros predadores. Essa atividade, no entanto, imprime características marcantes à acumulação de ossos, como a presença de partes do esqueleto mais ricas em carne e as marcas de dentes nos ossos, o que parece não ter sido ainda notado nos ossos do sítio de Caieira.

A explicação, no entanto, mais simples para essa concentração é que os ossos foram acumulados pelas correntes periódicas dos rios entrelaçados que corriam na região. Canais mais profundos, próximos das áreas onde as várias espécies viviam e morriam, podem ter recebido os ossos transportados pelas águas. Estes canais foram posteriormente preenchidos por sedimentos, um processo muito

comum no sistema fluvial de rios entrelaçados.

Maxakalisaurus topai



Diferentemente dos esqueletos do *Baurutitan* e do *Trigonosaurus*, ambos encontrados no sítio de Caieira, o do *Maxakalisaurus topai* apresenta vários sinais de pisoteio e da ação dos carniceiros. Os ossos estão dispersos no sítio e apresentam marcas de dentadas, o que indica que carniceiros, ou mesmo os animais que causaram sua morte, exploraram extensivamente a carcaça. Dentes de dinossauros terópodos e de crocodilos, além de fragmentos de tartarugas, foram encontrados dispersos pelo sítio, confirmando a hipótese.

O fato de o esqueleto do *Maxakalisaurus* indicar que se tratava de um animal jovem é outra forte evidência de que sua morte foi causada por predadores, os quais comumente atacam indivíduos mais velhos e doentes ou mais jovens das manadas.

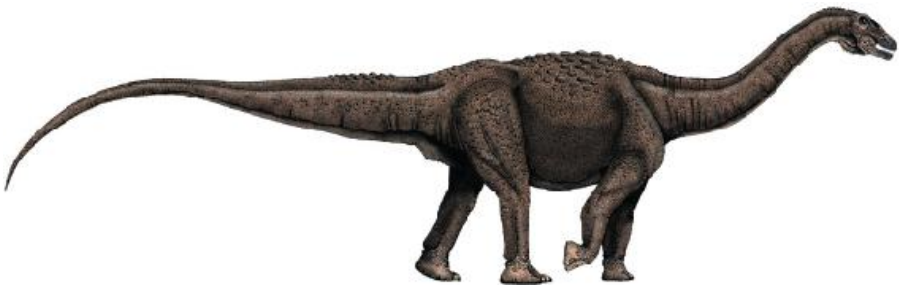
A primeira condição para que a carcaça de um dinossauro seja pisoteada é que o esqueleto fique por certo tempo ao ar livre. Como o clima predominante era o semiárido, a carcaça pode ter permanecido exposta por longos meses de estiagem e sofrido o pisoteio sazonal das manadas de titanossauros que se deslocavam pela região.

A hipótese da exposição é confirmada porque os ossos do *Maxakalisaurus* apresentam fissuras e rachaduras típicas do intemperismo causado pela exposição aérea durante longos períodos. Além disso, os ossos são de diferentes tamanhos, estão desarticulados, dispostos caoticamente, e os fragmentos possuem extremidades angulosas, indício de que não foram acumulados pelo transporte das águas. A acumulação por correntes aquosas comumente seleciona partes de tamanho, forma e peso aproximados, organizando os ossos e deixando-os com um alinhamento preferencial, além de arredondar-lhes as extremidades.

Maxakalisaurus morreu jovem. Provavelmente foi atacado, morto e

parcialmente devorado por um grupo de dinossauros terópodos. Sua carcaça, ainda fresca, pode ter sido atacada por crocodilos que trituraram parte dos ossos. Por fim, sem muito mais que oferecer, os ossos permaneceram expostos e foram pisoteados, possivelmente pela manada à qual anteriormente pertencia.

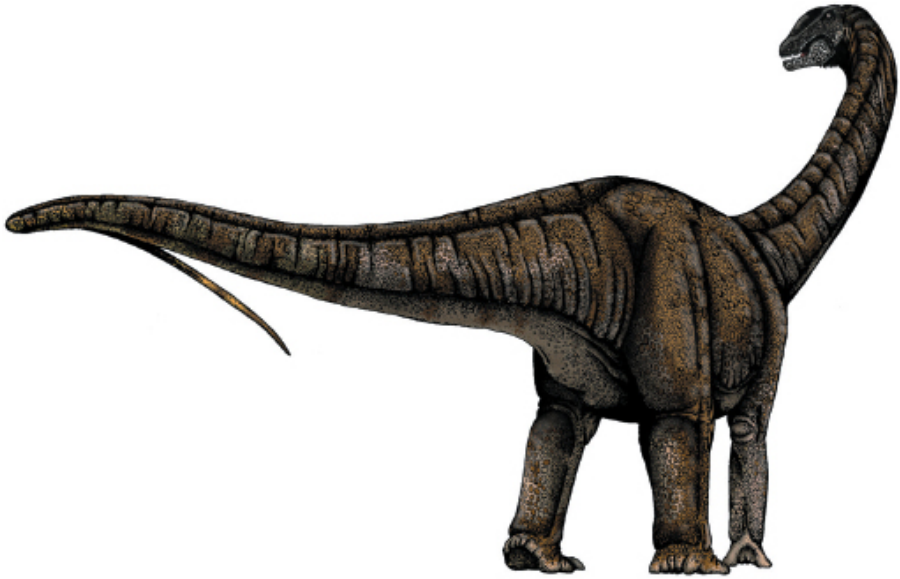
Adamantisaurus mezzalirai



Adamantisaurus mezzalirai é mais um titanossauro brasileiro conhecido apenas pelos ossos da cauda. Por meio das evidências dos outros animais encontrados associados aos seus restos, os paleontólogos acreditam que *Adamantisaurus* tenha vivido há aproximadamente 70 milhões de anos, cinco milhões de anos antes da grande extinção ocorrida 65 milhões de anos atrás. Esse foi o único dinossauro brasileiro que "descobri", exposto em um pequeno museu desconhecido de São Paulo, localizado no Parque na Água Branca, o Mugeo. Quando sugeri a um dos meus colegas que estuda os dinossauros que fizesse uma visita ao museu para conferi-lo, anos depois, para minha surpresa, ele descobriu tratar-se dos restos de um novo dinossauro brasileiro.

Estimativas sobre o tempo de duração de uma espécie de dinossauro chegam a períodos entre 5 milhões e 10,5 milhões de anos. No caso de essas idades terem sido corretamente determinadas, é possível que as populações do *Adamantisaurus* tenham sentido diretamente os efeitos da chuva de asteróides que pôs fim às muitas linhagens de dinossauros que ainda viviam no final do Cretáceo.

Uberabatitan ribeiroi



Os restos do titanossauro *Uberabatitan ribeiroi* encontrados nas rochas da formação Marília indicam que mais de um indivíduo tenha sido preservado ali – no mínimo dois, talvez vários. Embora o clima fosse o mesmo semiárido que caracterizou o período Cretáceo no Brasil, as chuvas que caíam pesadamente, durante curtos intervalos a cada ano, davam origem aos sistemas fluviais entrelaçados e a lagos profundos que perduravam por boa parte da estação seca.

Posteriormente, durante o longo período de seca, a fauna de animais herbívoros, e também os predadores, concentravam-se em regiões como essa à procura de água, carne e vegetais. Hoje isso também explica a razão por que os vários programas para a realização de safáris na África concentram as datas durante a época mais seca, quando os grandes mamíferos africanos e os predadores ficam próximos nas regiões de lagos e pequenos rios. Os animais mudaram do Cretáceo para cá, mas não o modo de lutar pela sobrevivência durante a época de escassez de alimento e de água. O fato de esse sítio na serra da Galga, Minas Gerais, conter esqueletos de mais de um indivíduo pode ser o indício de um evento de mortandade em massa, isto é, a morte de vários animais ao mesmo tempo e de maneira catastrófica. Eles foram provavelmente mortos em um evento instantâneo ligado a uma forte torrente de sedimentos trazidos pela chuva. Seus restos, no entanto, estão incompletos e mostram marcas de que foram transportados, ainda que por curto período.

Mais uma vez nenhum crânio foi encontrado. Enquanto finalizava este livro, no entanto, essa descoberta aconteceu. Em breve, paleontólogos do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo que estão à frente dessa pesquisa revelarão ao público a nova

descoberta, o crânio do novo titanossauro brasileiro, o único desse grupo de dinossauros conhecido em todo o mundo.

Titanossaurídeos da bacia Bauru

Dinossauros titanossaurídeos compõem a maior parte dos restos de dinossauros já encontrados nas rochas da bacia Bauru. No entanto, grande parte deles está representada apenas por esqueletos parciais, e alguns por uma pequena quantidade de fragmentos. Nenhum crânio completo ou mesmo parcial foi encontrado, mas apenas pequenos fragmentos dele e alguns dentes. Assim, a determinação das espécies nem sempre é precisa e é possível que esqueletos descritos como de espécies distintas representem, na verdade, partes de uma mesma espécie ou de uma espécie já descrita. Esse é possivelmente o caso do *Gondwanatitan britoi*, que alguns paleontólogos acreditam tratar-se de *Aeolosaurus*.

Contrariamente à bacia do Araripe, onde os dinossauros estão representados apenas por esqueletos de terópodos, a bacia Bauru é rica em titanossaurídeos, dinossauros quadrúpedes herbívoros de grande dimensão, embora não seja incomum nessas rochas a presença de dentes de pequenos terópodos.

Como vimos, a formação Santana da bacia do Araripe preservou apenas esqueletos de dinossauros terópodos que foram transportados pelas correntes para longe da praia e então submergiram para o fundo lamoso e tranquilo da imensa laguna que existia naquela região. Diferentemente da bacia do Araripe, o ambiente de deposição predominante na bacia Bauru durante o Cretáceo foi formado, em sua maior parte, por uma rede de rios entrelaçados com canais que recebiam mais sedimentos do que eram capazes de transportar, o que os tornavam muito instáveis, migrando de lá para cá a cada ano. Nesse ambiente, esqueletos mais frágeis de terópodos tinham menos chances de conservação do que o dos grandes ossos dos titanossaurí-deos. Assim, apenas os dentes dos terópodos, de estrutura mais resistente e muito numerosa, são um pouco mais comuns nessas rochas. As condições de preservação em ambas as bacias, portanto, foram inversas: a bacia Bauru favoreceu a preservação de esqueletos dos imensos herbívoros, ao passo que a do Araripe beneficiou a dos terópodos de esqueletos mais delicados.

Por outro lado, os titanossaurídeos possuíam ossos imensos, os maiores e mais robustos conhecidos no mundo dos dinossauros. Fragmentos de um fêmur esquerdo do *Antarctosaurus brasiliensis*, por exemplo, teve seu comprimento total estimado em 1,55 metro e espessura de até 30 centímetros. Foi com base nesse osso que os

paleontólogos estimaram em 40 metros o comprimento do *Antarctosaurus*. Em um ambiente sujeito a correntes, após a morte e a decomposição dos tecidos de conexão de um animal desse porte, o esqueleto seria parcialmente desarticulado por dinossauros carniceiros e pelo pisoteio da manada. Porém, transportá-lo por longas distâncias até que fosse completamente destruído é algo inimaginável. Apenas as partes esqueléticas mais leves foram transportadas e destruídas; o crânio rolava e se esfacelava, os dentes eram espalhados e as vértebras menores se deslocavam até desaparecer.

Os ambientes sedimentares determinam o que será e o que não será preservado. Variações da composição da fauna e do ambiente sedimentar privilegiarão a preservação de determinados grupos ou partes dos animais. Parece que os imensos titanossaurídeos não viveram na bacia do Araripe, mas é possível também que vivessem lá, mas as condições de preservação não favoreceram a presença de fósseis no local. Da mesma forma, parece que dinossauros terópodos foram muito raros no tempo da bacia Bauru, o que não deve corresponder à realidade: devemos levar em conta que também nesse caso as condições de preservação não foram as ideais.

Esses são os 21 dinossauros brasileiros – 22, se considerarmos a garra do *maniraptor* encontrada em Peirópolis. Certamente eles existiram em muito maior número por aqui. Basta considerarmos os 60 milhões de anos do tempo Jurássico que não ficou registrado no Brasil, o grande número de pegadas encontradas em rochas do Cretáceo das várias bacias sedimentares brasileiras, os inúmeros dentes de dinossauros terópodos da bacia do Grajaú e esse número cresceria muito. No entanto, isso ocorreria também se computássemos os mesmos números para a Argentina, bem como para todo o mundo.

O clima e os ambientes sedimentares que prevaleceram no Brasil durante toda a era Mesozoica de fato não estimularam a diversidade nem a preservação mais fiel do registro. Assim, o que tivemos foi pouco, e a qualidade de preservação igualmente ruim. No que diz respeito aos dinossauros, essa foi a era Mesozoica no Brasil. Por outras razões, as eras Paleozoica e Cenozoica também não foram intervalos de tempo mais favoráveis à diversidade e à preservação dos fósseis no Brasil, mas esses casos necessitam de outro livro.

Vamos agora conhecer algumas ideias sobre o desaparecimento abrupto do registro geológico dos esqueletos dos imensos dinossauros, bem como de muitos outros animais.

CAPÍTULO 9

A TERRA, SEU DESENVOLVIMENTO E SUAS MAZELAS

Grandes extinções

Desde sua origem, a vida não deixou de multiplicar suas espécies. As mudanças ocorridas na disposição dos continentes, no clima e na composição da atmosfera sempre aguçaram a criatividade da vida, levando-a a multiplicar-se espantosamente. Os mesmos processos que estimularam essa diversidade, quando ocorridos de maneira abrupta, causando mudanças radicais do clima ou da química dos oceanos, no entanto, por vezes, levaram também à extinção de muitas espécies.

Centenas de registros dessas extinções, de maior ou menor magnitude, estão preservadas nas rochas, principalmente após a explosão de diversidade ocorrida no período Cambriano. Na maioria dos casos, as causas estiveram ligadas às variações ambientais naturais intensificadas pela atividade geológica da Terra. Por exemplo, extensos episódios de vulcanismo e a movimentação dos continentes tinham como consequências problemas na circulação dos oceanos, variações na composição dos gases atmosféricos e mudanças drásticas do clima. Além disso, e não raramente, algumas extinções foram causadas por interferência extraterrestre - se não pelo impacto de um asteróide ou cometa, pelo bombardeio radiativo gerado pela explosão de alguma estrela próxima do sistema solar.

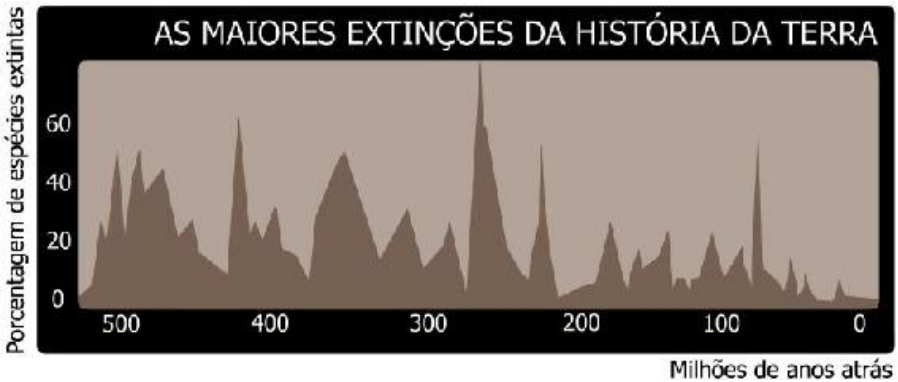
Enquanto muitos eventos de menor escala e menos intensos ocorreram em pequenas regiões da Terra, dizimando grupos particulares de animais e plantas, pelo menos cinco grandes extinções ocorreram em escala global, eliminando faunas e floras dos continentes e oceanos em todo o mundo. Esses episódios são chamados de extinções em massa.

Uma delas, a maior de todas, ocorreu há 251 milhões de anos, no final do período Permiano, e encerrou a era Paleozoica, quando pereceram 95 por cento das espécies marinhas e 75 por cento das espécies terrestres de vertebrados.

As causas continuam incertas. Existem marcas do impacto de um imenso asteróide, de uma forte glaciação, da eliminação do oxigênio dos oceanos, e até mesmo de uma chuva de radiação gama oriunda da explosão de uma estrela distante 25 anos-luz da Terra.

A hipótese mais provável, no entanto, aponta para um imenso vulcanismo ocorrido na Sibéria durante o final do período Permiano. Por quase um milhão de anos a Terra lançou para a atmosfera gases de enxofre que se precipitaram na forma de chuva ácida, envenenando os oceanos e o solo. Além disso, as emissões vulcânicas de gás carbônico deram origem a um forte efeito estufa, causando o aumento da temperatura global. Em seguida, a mesma nuvem de gases bloqueou a

luz solar, ocasionando rápida queda da temperatura global. A Terra adoeceu gravemente, tendo como consequência imediata a eliminação de boa parte da vida. Até esse momento os dinossauros não existiam. A vez deles chegaria 185 milhões de anos mais tarde.



Principais picos de extinção em massa durante o Fanerozoico

No final da era Mesozoica, outra extinção, também associada ao imenso vulcanismo e à chuva de asteróides, dizimou a vida no planeta. Neste evento, todas as linhagens de dinossauros que ainda existiam, com exceção das aves, desapareceram.

A grande extinção permiana praticamente limpou os continentes do modelo paleozoico de tetrápodos terrestres sinápsidos. A nova onda de criatividade culminou com o aparecimento dos saurópsidos arcossauros, especialmente dos dinossauros, cujas linhagens reinaram durante toda a nova era que se seguiu.

A extinção do final do período Cretáceo

A extinção do final do período Cretáceo ocorreu há 65 milhões de anos e encerrou a era Mesozoica. Estima-se que 85 por cento das espécies pereceram. Muitas linhagens de vertebrados terrestres e aquáticos perderam boa parte de suas espécies. Os pterossauros, que já apresentavam declínio da diversidade durante o período Cretáceo em virtude da competição com as aves, e os espetaculares e gigantescos répteis aquáticos, como os plesiossauros e mosassauros, desapareceram para sempre. Nos continentes, todos os dinossauros que não eram capazes de voar encontraram seu fim.

Muitas hipóteses foram propostas para explicar as causas dessa extinção. Duas entre as mais bem estudadas e aceitas na atualidade estão relacionadas a um extenso episódio vulcânico iniciado há aproximadamente 68 milhões de anos, enquanto a Índia atravessava o

oceano Índico a caminho da Ásia. A segunda foi possivelmente desencadeada três milhões de anos mais tarde, em conseqüência dos efeitos do impacto de um enorme asteróide contra a Terra.

Como vimos, vulcanismos extensos são causadores de catástrofes. O fenômeno ocorrido na Índia enquanto o continente se encontrava sobre uma pluma de calor do manto onde hoje estão localizadas as ilhas Reunião, no oceano Índico, certamente colaborou para a matança. Até hoje essa região apresenta atividade vulcânica, exatamente onde a Índia se achava há 67 milhões de anos. Associado a isso, o impacto do asteróide igualmente causou severas mudanças no clima.

O impacto na península de Yucatán

A hipótese da extinção que envolve o impacto de um asteróide contra a Terra é a que tem maior número de evidências. Essa hipótese é a mais estudada pelos paleontólogos e geólogos e, por se tratar de um evento espetacular, com muitas evidências materiais, ganhou maior popularidade.

Com velocidade orbital, esse asteróide atravessou a atmosfera terrestre em apenas um segundo. A colisão desencadeou uma série de mudanças no ambiente global. Boa parte do asteróide, que tinha um diâmetro estimado entre 10 e 15 quilômetros, foi ejetada para a atmosfera, e mesmo para a estratosfera e para o espaço, na forma de poeira e rocha derretida. A magnitude do impacto foi tão grande, que fragmentos desse asteróide podem um dia ser encontrados na superfície da Lua, ou mesmo de Marte. O impacto foi realmente uma grande catástrofe. A nuvem de detritos produzida, associada à fumaça dos grandes incêndios causados pelos resíduos incandescentes ejetados, bloqueou a luz solar, causando a falência da produtividade das plantas e o súbito esfriamento do clima. Além disso, assim como nos eventos de vulcanismo, nuvens de gases liberados das rochas vaporizadas pelo impacto deram origem a chuvas ácidas que envenenaram as águas e o solo, tornando o ambiente terrestre, os mares e oceanos ainda mais inóspitos para a vida. Simples assim.

As origens da nova teoria do impacto

A teoria do impacto como o fator desencadeador da extinção foi proposta em 1981 pelo físico Luis Alvarez e sua equipe. A ideia de um impacto teve como base a alta concentração de um mineral metálico chamado irídio em rochas encontradas na Itália, Dinamarca e Nova Zelândia, exatamente no limite que marcava o final do período

Cretáceo e o evento de extinção. Por se tratar de um componente comum em asteróides ou no interior da Terra, mas raro na superfície, a equipe de Alvarez concluiu que essa alta concentração teve origem na pulverização de um asteróide que se chocou contra a Terra.

Desde então inúmeras evidências comprovaram a hipótese do impacto. Até o momento da descoberta de Alvarez, a única evidência era a camada de irídio, mas, como ele poderia também chegar à superfície proveniente do interior da Terra através de episódios de vulcanismo, a comunidade científica ainda aguardava evidências mais diretas de um impacto.

A primeira delas foi encontrada no Haiti, no início da década de 1990. Sequências de rochas presentes imediatamente acima daquelas que marcavam o final do período Cretáceo indicavam a ocorrência de um megatsunami, com ondas de 100 metros de altura, explicadas apenas pela ocorrência de um forte impacto no oceano. Posteriormente, esse tipo de rocha foi encontrado em várias localidades das ilhas e continentes hoje banhadas pelo mar do Caribe, dando aos cientistas pistas para a procura de um local onde o impacto poderia ter ocorrido.

Em seguida, a segunda e mais esperada evidência de um impacto foi descoberta: uma cratera de diâmetro aproximado de 300 quilômetros, metade sob o oceano, metade no continente, foi encontrada na península de Yucatan, no México. Seu centro encontra-se abaixo de um pequeno povoado chamado Chicxulub. Os geólogos a encontraram com o uso de imagens geradas com base em métodos geofísicos. Sua metade afogada encontra-se hoje soterrada sob 1.000 metros de sedimentos marinhos, e as marcas sobre o continente tornaram-se quase imperceptíveis aos olhos por causa dos muitos milhões de anos de erosão. Em 1996, as evidências da cratera de Chicxulub foram observadas no relevo da península através da análise minuciosa de imagens feitas do espaço por um satélite. Fragmentos do asteroide já foram encontrados em rochas do final do período Cretáceo depositadas nas profundezas do oceano Pacífico. Além disso, a anomalia de irídio detectada na camada que marca o momento da grande extinção foi encontrada em todo o mundo, até mesmo na Antártica. No Brasil, a anomalia foi identificada em rochas da formação Maria Farinha expostas no Estado de Pernambuco.

O fim de uma dinastia?

Esse evento de extinção é muito conhecido entre os geólogos e paleontólogos porque supostamente pôs fim ao reinado dos dinossauros. De fato, duas das três principais linhagens de dinossauros

desapareceram. Os herbívoros saurópodos e ornitísquios se foram para sempre.

Os saurópodos já estavam pouco representados no final do Cretáceo. Diplodocídeos e braquiossaurídeos já haviam desaparecido milhões de anos antes. Somente os titanossaurídeos testemunharam a grande extinção. Entre os ornitísquios restavam ainda os nodossaurídeos, anquilossaurídeos, hypsolofodontídeos, hadrossaurídeos, paquicefalossaurídeos e ceratopsídeos. Todas essas linhagens igualmente desapareceram.

Entre os terópodos restavam no momento do impacto representantes dos ceratossaurídeos, tiranossaurídeos (os *Tyrannosaurus rex* viviam ali por perto e provavelmente sofreram consequências imediatamente após o impacto) e representantes dos ornituros, isto é, as aves.

Como vimos, as aves são descendentes da linhagem dos dinossauros terópodos. Surpreendentemente, são os vertebrados terrestres mais comuns e numerosos. Com 8.600 espécies, são mais diversificadas que os mamíferos (5.300 espécies) e que todos os répteis somados (tartarugas, crocodilos, lagartos e cobras, que somam 7.900 espécies). Além disso, ocuparam quase todos os ambientes terrestres nos quais é possível um vertebrado viver. Atualmente estão espalhadas por todos os cantos da Terra, dos trópicos quentes aos gélidos polos, dos desertos às florestas, das altas montanhas aos oceanos.

O sucesso das aves obviamente se deve ao fato de terem desenvolvido o controle fisiológico da temperatura corporal (a homeotermina), o voo, a incrível habilidade para construir ninhos e se comunicar de maneira sofisticada, e bicos que se adaptaram à coleta de diferentes tipos de alimento. Por exemplo, são os únicos vertebrados terrestres com representantes exclusivamente carniceiros: abutres e urubus. Ademais, aprenderam a morar em tocas, nadar, correr, migrar de um polo a outro, e, claro, encantar crianças e adultos, o que deu a elas uma grande vantagem para se multiplicar como animaizinhos de estimação. Atualmente, esses dinossauros vivem na casa dos seres humanos e são servidos à mesa fritos, assados ou ensopados. Durante o dia, são os vertebrados mais comuns que ouvimos e vemos quando andamos pelas ruas e praças.

Portanto, dizer que o final do Cretáceo pôs fim à dinastia dos dinossauros parece agora uma imprecisão. De fato, aquele momento acabou com linhagens de animais espetaculares, que nos 65 milhões de anos que se seguiram não encontraram equivalentes. No entanto, aquela crise parece ter eliminado apenas os dinossauros herbívoros e carnívoros de tamanho avantajado. As aves, pequeninas, emplumadas, sobreviveram, e ainda reinam em toda a Terra. Será que o tamanho nos daria uma pista das razões da sobrevivência das aves, além de muitos outros animais menores? Além delas, tartarugas, crocodilos,

muitos mamíferos, lagartos e cobras sobreviveram. Os cientistas já levantaram essa questão, e até já tentaram explicar. É isso que veremos a seguir.

A vida após o impacto

O impacto em Chicxulub não exterminou toda a vida. Restaram sobreviventes. Curiosamente, determinados grupos de vertebrados terrestres com características e habilidades semelhantes resistiram. O evento não afetou igualmente os animais em terra. Foi uma extinção seletiva, e isso requer explicações.

Obviamente, as variações ambientais que se seguiram ao impacto, como a nuvem de detritos e os grandes incêndios que tornaram a atmosfera opaca, a chuva ácida e a redução drástica da temperatura, tiveram consequências catastróficas para toda a vida em terra e para os oceanos durante décadas.

No entanto, o que pode ter ocorrido nas primeiras horas após o impacto? E por que a extinção não afetou indistintamente todos os grupos de animais terrestres?

Várias linhagens de vertebrados que viviam sobre os continentes, incluindo peixes de água doce, foram pouco afetadas. Por outro lado, os imensos dinossauros saurópodos, ornitísquios e pterossauros foram dizimados.

Nas primeiras horas após o impacto, a imensa massa de fragmentos de rocha lançada ao espaço começou a voltar para a Terra, possivelmente a uma velocidade orbital, algo em torno de 30 quilômetros por hora. Evidências dessa chuva existem: são esférulas de rocha encontradas associadas à camada de irídio em boa parte das localidades onde rochas desse intervalo estão preservadas.

Os pesquisadores especialistas em extinções calcularam que a irradiação de calor emitida pela chuva de fragmentos incandescentes na superfície dos continentes durante as primeiras horas após o impacto simplesmente assou os grandes animais que eram incapazes de se proteger. E sobreviver às primeiras horas foi fundamental.

Para pequenos animais não foi uma tarefa difícil manterem-se protegidos de alguma forma da onda de calor, mesmo porque suas estratégias de vida ainda hoje incluem passar bom tempo escondidos de predadores. Muitos animais naquele momento poderiam reproduzir o comportamento das formas atuais, e essa é uma chave para compreendermos por que sobreviveram à onda de calor.

Os peixes se mantiveram protegidos na água. Anfíbios, lagartos e cobras puderam se proteger na água, em cavidades no sedimento ou no solo, ou sob rochas. Crocodilos, ainda hoje, passam um bom tempo

na água ou mesmo em tocas. Seus ovos, normalmente postos sob o solo, em tocas ou sob rochas, também se mantiveram protegidos. Pequenos mamíferos podem se abrigar rapidamente em tocas no solo e nas rochas. As aves nadam, mergulham, se entocam, ou se escondem em ninhos feitos profundamente em troncos de árvores ou cupinzeiros. Não por coincidência, essas foram algumas das linhagens de vertebrados terrestres que sobreviveram à extinção do final do Cretáceo.

Com os mesmos tipos de proteção, grande quantidade de animais invertebrados, como insetos, aracnídeos, miriápodos e crustáceos, pôde resistir às primeiras horas do intenso calor, ainda no estágio de pupas ou ovos, em cavidades de rochas ou madeira, sob o solo, ou como larvas dentro da água.

É possível, no entanto, que os ovos de dinossauros também pudessem ter resistido às primeiras horas da intensa radiação térmica sob os corpos dos pais mortos que tentaram proteger os ninhos. No entanto, filhotes de dinossauros, assim como os das aves, necessitavam do cuidado dos pais, e acabaram sucumbindo por falta dele.

Esse é mais um caso onde tamanho foi documento, mas no sentido inverso.

A hipótese contestada

O choque do asteróide em Chicxulub foi recentemente contestado como fator desencadeador das mudanças climáticas que resultaram nessa grande extinção. Geólogos encontraram evidências em rochas próximas da cratera de que o impacto em Chicxulub ocorreu 300 mil anos antes do final do Cretáceo, não sendo este, portanto, o verdadeiro sinal do asteróide que causou a extinção. A anomalia de irídio encontrada em rochas de todo o mundo, no entanto, sugere a possibilidade de outro impacto, ou impactos, cuja cratera ainda não foi localizada.

Além disso, outra camada com anomalia de irídio foi encontrada em rochas 150 mil anos mais recentes que a cratera de Chicxulub, indicando um segundo impacto. Duas outras crateras – Boltysh, na Ucrânia, e Silverpit, no mar do Norte – têm idades aproximadas ao tempo da extinção. Essas novas informações começam a recontar a história dos momentos finais dos dinossauros, indicando a possibilidade de uma sequência de impactos, e não apenas um único.

As consequências desses impactos, associadas aos efeitos provocados pelo imenso vulcanismo em andamento na Índia por volta de 65,5 milhões de anos, sugerem um quadro de múltiplos impactos como causa dessa grande extinção.

As evidências de múltiplos impactos reforçam o modelo mais recente para justificar as causas da extinção proposto por astrônomos que estudam as crateras terrestres e lunares. Esses pesquisadores encontraram evidências teóricas de uma colisão entre dois imensos asteróides (de 60 e 170 quilômetros de comprimento) ocorrida há 160 milhões de anos entre as órbitas de Marte e de Júpiter. Eles acreditam que aproximadamente 20 por cento dos fragmentos resultantes dessa colisão, conhecidos como a família de asteróides Baptistina, tiveram sua órbita desviada em direção aos planetas rochosos, atingindo principalmente Marte, Terra, e também a Lua e Vê-nus. Fragmentos maiores que 1,5 e 10 quilômetros atingiram a Terra de maneira cíclica desde então. Esse estudo trouxe novamente a cratera de Chicxulub para a cena do crime, levando-nos a imaginar que os asteróides Baptistina possivelmente sejam mais um entre os vários testemunhos de uma chuva de asteróides ocorrida no final do Cretáceo.

Novos estudos e buscas por evidências estão em andamento. É possível que na próxima década tenhamos um quadro mais completo do que ocorreu na Terra por volta de 65 milhões de anos atrás.

O impacto de um grande asteróide, ou uma série de asteróides menores, desencadeou efeitos que causaram a deterioração do clima e consequentemente dos ecossistemas terrestres, ocasionando a morte de muitos organismos terrestres e marinhos.

CAPÍTULO 10

BESTIÁRIO

Staurikosaurus pricei

Significado do nome

Staurikosaurus significa “lagarto do Cruzeiro do Sul”; e *pricei*, uma homenagem ao seu descobridor, o paleontólogo brasileiro Llewellyn Ivor Price.

Onde foi encontrado

Em afloramento de rochas de uma fazenda distante alguns quilômetros do centro da cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul.

Quando foi encontrado

Seu esqueleto foi encontrado em 1936.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia do Paraná, formação Santa Maria.

Idade

Período Triássico, 225 milhões de anos.

Comprimento

2 metros.

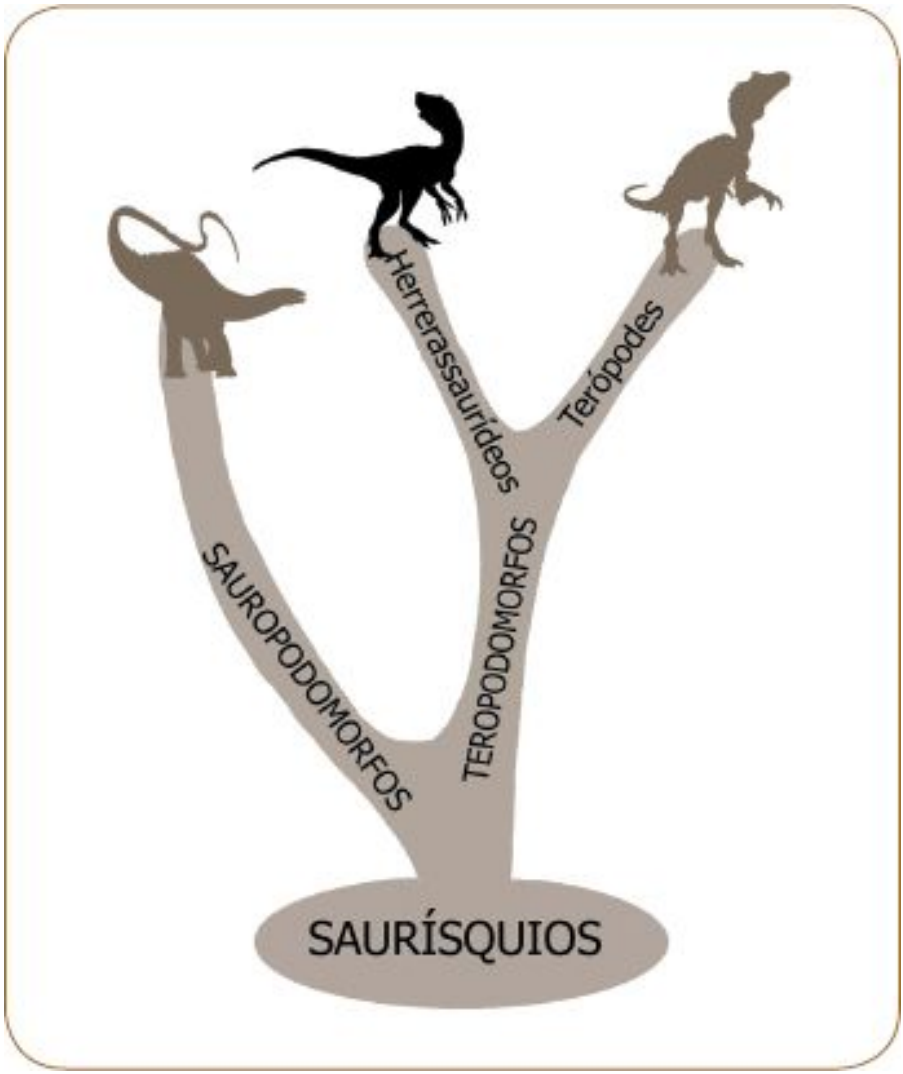
Onde está o esqueleto

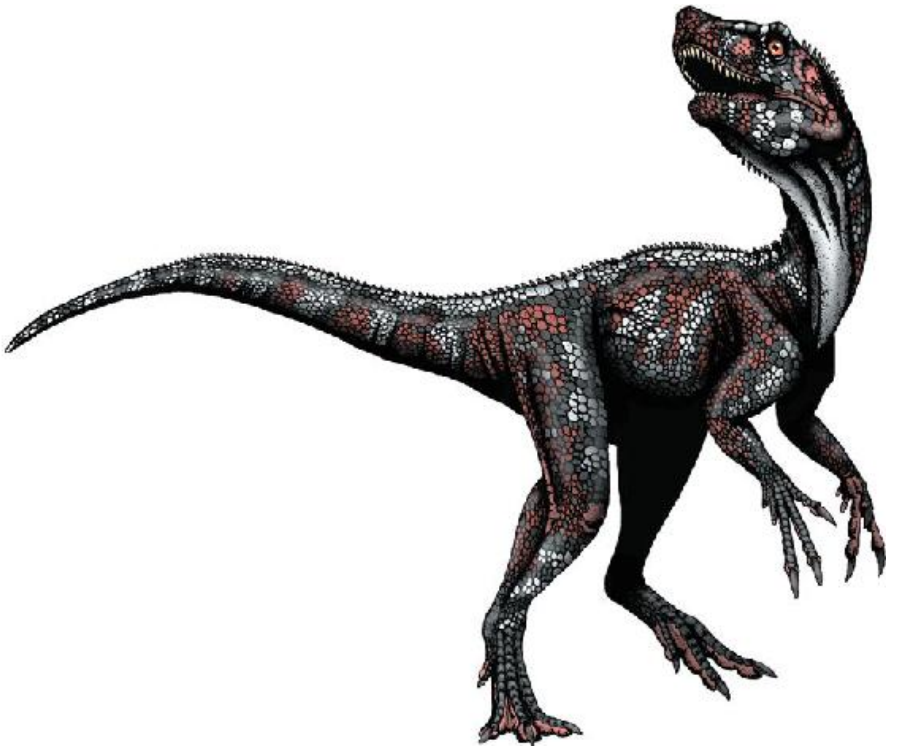
O único espécime encontrado está depositado no Museu Americano de História Natural, em Nova York. Existe uma réplica de excelente qualidade em exposição no Museu Nacional do Rio de Janeiro.

Trabalho científico original

Colbert, E.H. 1970. A saurischian dinosaur from the Triassic of Brazil. American Museum Novitates, 2.405:1-39.

Escala


Herrerasaurídeos
Terópodes
SAUROPODOMORFOS
TEROPODOMORFOS
SAURÍSQUIOS



Guaibasaurus candelariai

Significado do nome
Guaibasaurus significa “lagarto do rio Guaíba”; e *candelariai*, da cidade de Candelária.

Onde foi encontrado
Em rochas aflorantes 7 quilômetros a oeste da cidade de Candelária, no Rio Grande do Sul.

Quando foi encontrado
O primeiro exemplar foi encontrado na década de 1990; o segundo, em 2002.

Bacia sedimentar e formação geológica
Bacia do Paraná, formação Caturrita.

Idade
Período Triássico, 225 milhões de anos.

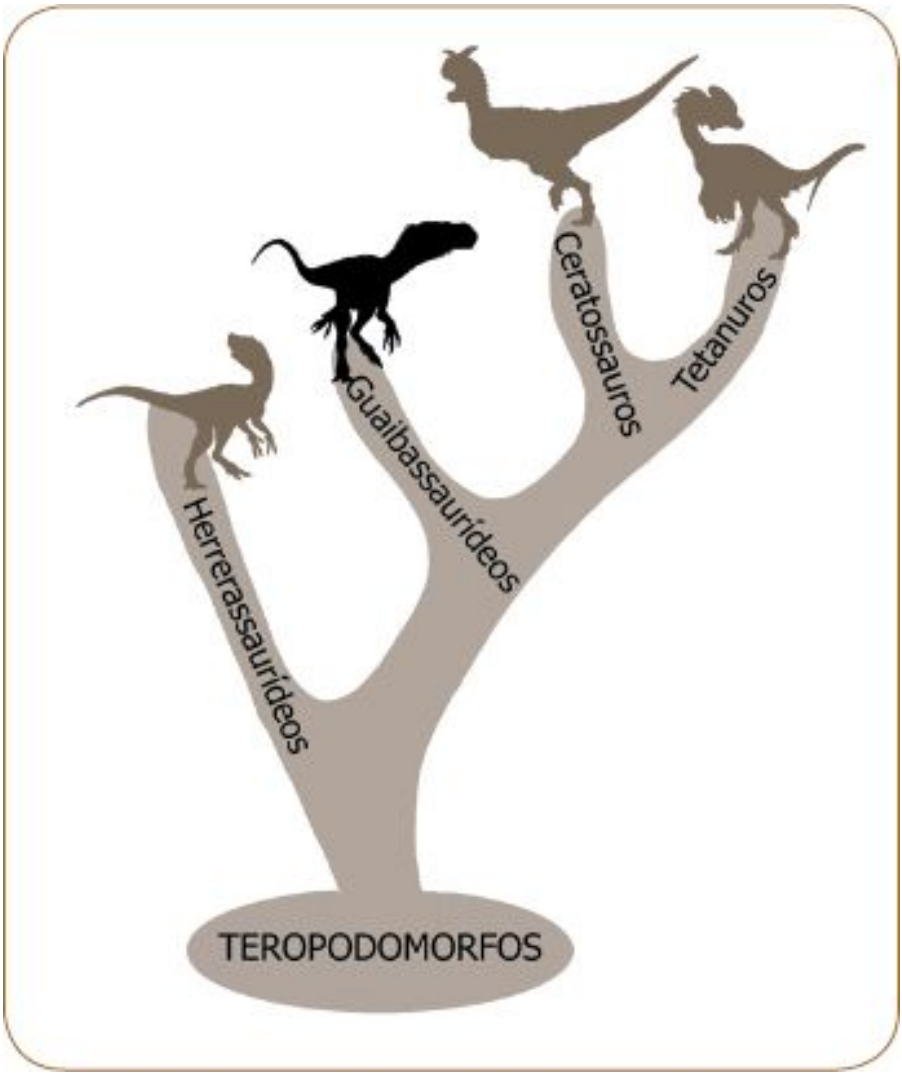
Comprimento
2 metros.

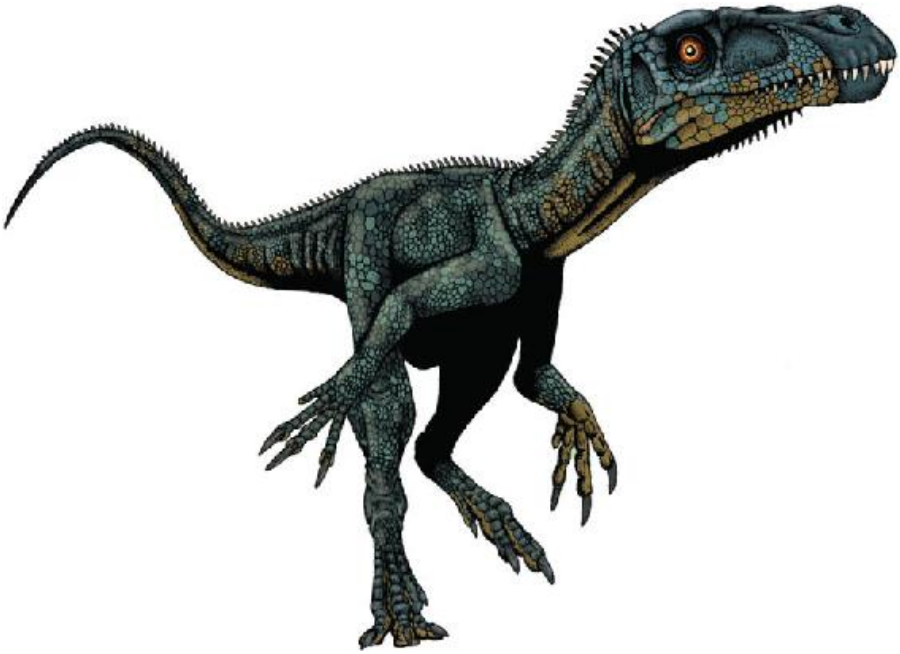
Trabalhos científicos originais

Bonaparte, J. F.; Ferigolo, J; Ribeiro, A. M. 1999. A new Early Late Triassic saurischian dinosaur from Rio Grande do Sul State, Brasil. Procedings of the Second Gondwanan Dinosaur Symposium, edited by Y. Tomida, T.H. Rich and P. Vickers-Rich. National Science Museum Monographs, 15:89-109.

Bonaparte, J. F.; Brea, G.; Schultz, C. L.; Martinelli, A.G. 2006 A new specimen of Guaibasaurus candelariensis (basal Saurischia) from the Late Triassic Caturrita Formation of Southern Brazil. Historical Biology, 19:1–10.

Escala


Herrerassaurídeos
Guaibassaurídeos
Ceratossauros
Tetanuros
TEROPODOMORFOS



Saturnalia tupiniquim

Significado do nome

Saturnalia equivale, em latim, a "carnaval", pois foi no período dessa festa que o esqueleto foi encontrado; *tupiniquim*, do guarani, uma maneira de se caracterizar fatos ou objetos tipicamente brasileiros.

Onde foi encontrado

Em rochas aflorantes de uma propriedade particular ao lado da rodovia BR-508, nos arredores da cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Quando foi encontrado

Os três esqueletos parciais foram encontrados em 1998 pela equipe de paleontólogos do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia do Paraná, formação Santa Maria.

Idade

Período Triássico, 225 milhões de anos.

Comprimento

2 metros.

Onde está o esqueleto

Museu de Ciências e Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

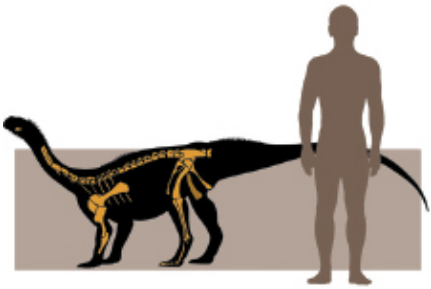
Trabalhos científicos originais

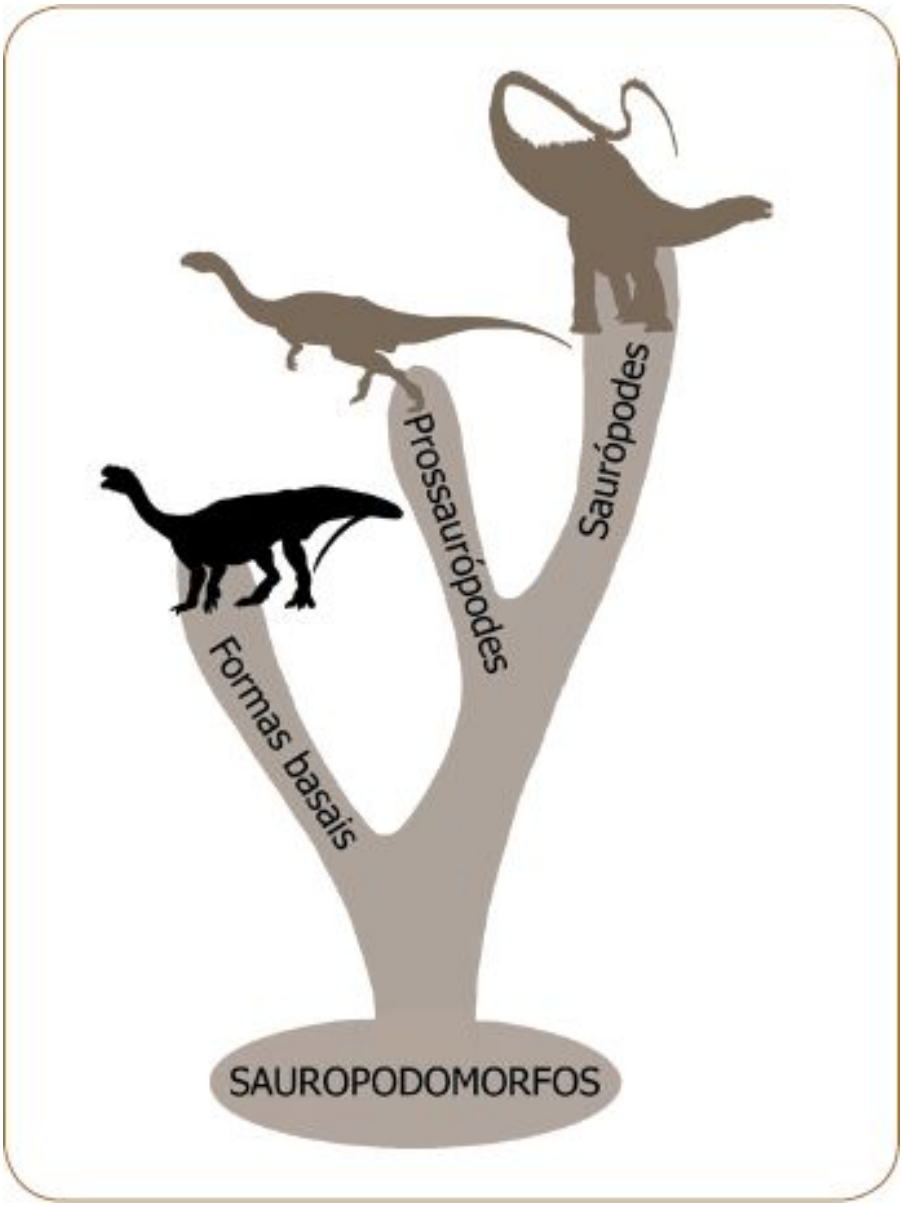
Langer, M. C.; Abdala, F.; Richter, M.; Benton, M. 1999. A sauropodomorph dinosaur from the Upper Triassic (Carnian) of Southern Brazil. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 329:511-517.

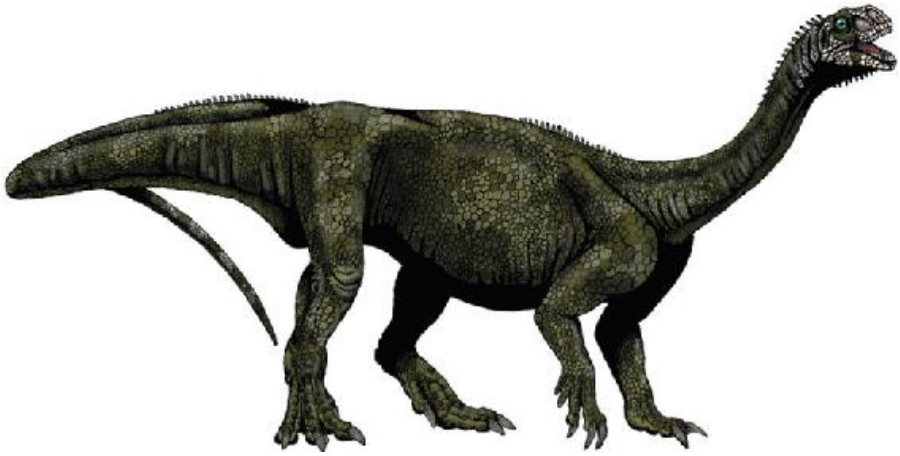
Langer, M. C.; França M. A. G. de; Gabriel, S. 2007. The pectoral girdle and forelimb anatomy of the stem-sauropodomorph Saturnalia tupiniquim (Upper Triassic, Brazil). Londres: Special Papers in Palaeontology, 77:113-137.

Langer, M. C. 2003. The pelvic and hind limb anatomy of the stem-sauropodomorph Saturnalia tupiniquim (Late Triassic, Brazil). PaleoBios, 23(2):1-40.

Escala




Saurópodes
Prossaurópodes
Formas basais
SAUROPODOMORFOS



Unaysaurus tolentinoi

Significado do nome

Unay, nome indígena que significa “água negra”, em referência à cidade onde foi encontrado, e *saurus* significa “lagarto”; *tolentinoi*, homenagem à pessoa que o encontrou, Tolentino Flores Marafiga.

Onde foi encontrado

O único esqueleto foi encontrado na localidade de Água Negra, cidade de São Martinho da Serra, Rio Grande do Sul.

Quando foi encontrado

Seu esqueleto foi encontrado em 1998.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia do Paraná, formação Caturrita.

Idade

Período Triássico, 225 milhões de anos.

Comprimento

2,5 metros.

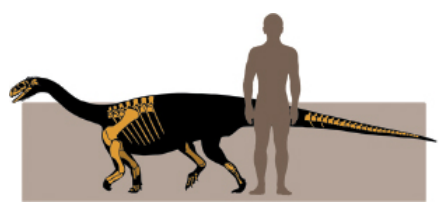
Onde está o esqueleto

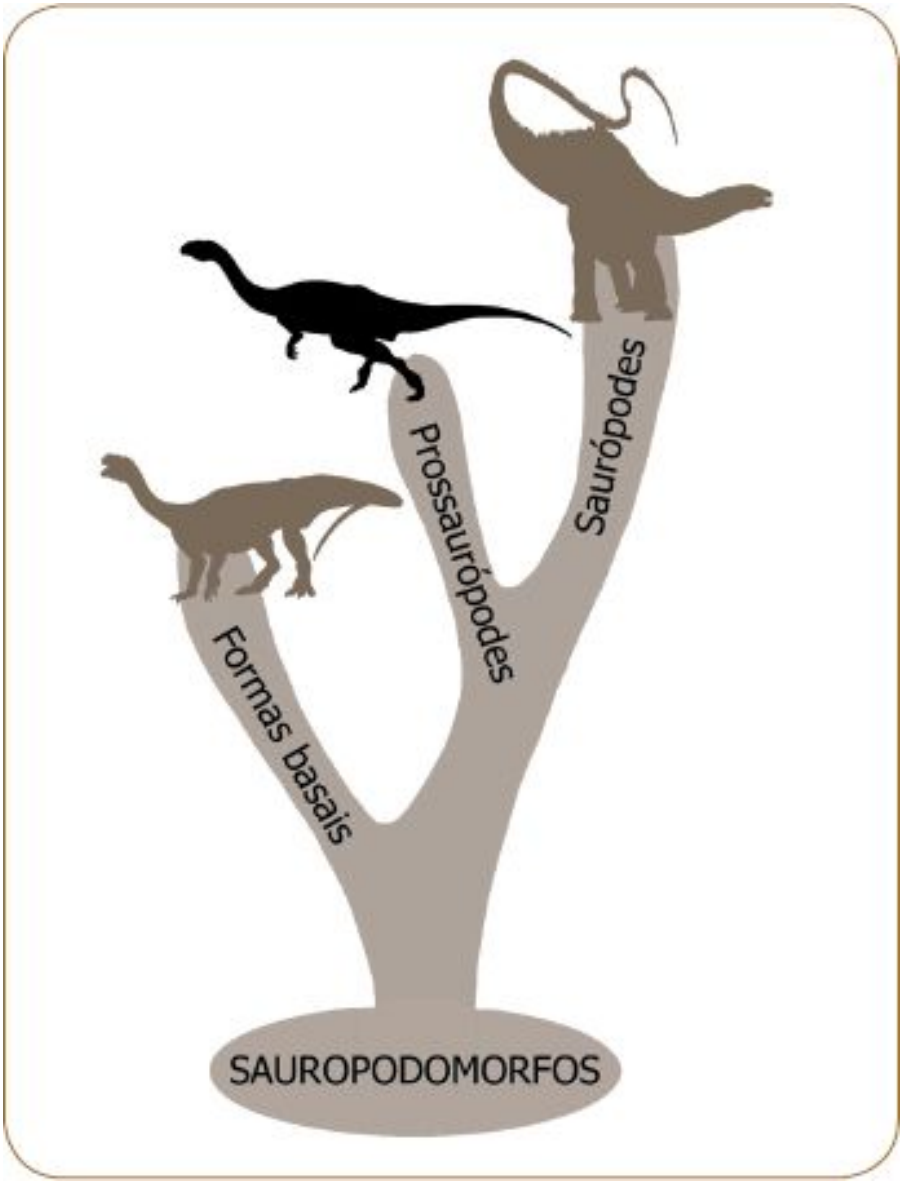
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

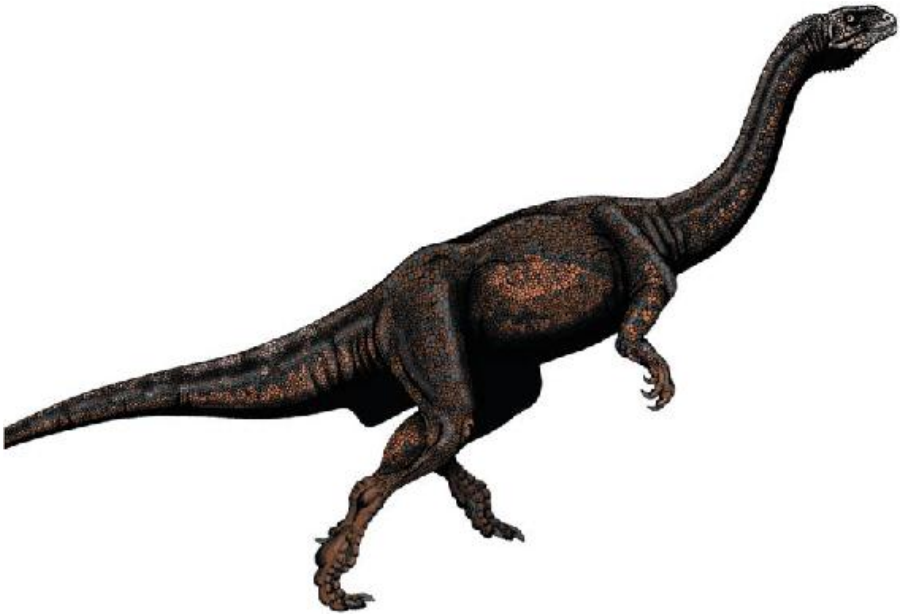
Trabalho científico original

Leal, L. A.; Azevedo, S. A. K.; Kellner, A. W. A.; Rosa, A. A. S. 2004. A new early dinosaur (Sauropodomorpha) from the Caturrita Formation (Late Triassic), Paraná Basin, Brazil. Zootaxa, 690:1–24.

Escala




Saurópodes
Prossaurópodes
Formas basais
SAUROPODOMORFOS



Sacisaurus agudoensis

Significado do nome

Sacisaurus significa “lagarto saci” porque apenas fêmures de doze patas traseiras direitas foram encontrados; *agudoensis*, porque encontrado na cidade de Agudo.

Onde foi encontrado

Na zona urbana da cidade de Agudo, Rio Grande do Sul.

Quando foi encontrado

Seu esqueleto foi encontrado em 2001 pela equipe da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. .

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia do Paraná, formação Caturrita.

Idade

Período Triássico, 220 milhões de anos.

Comprimento

1,5 metro.

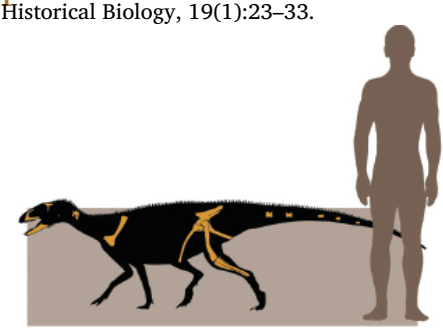
Onde está o esqueleto

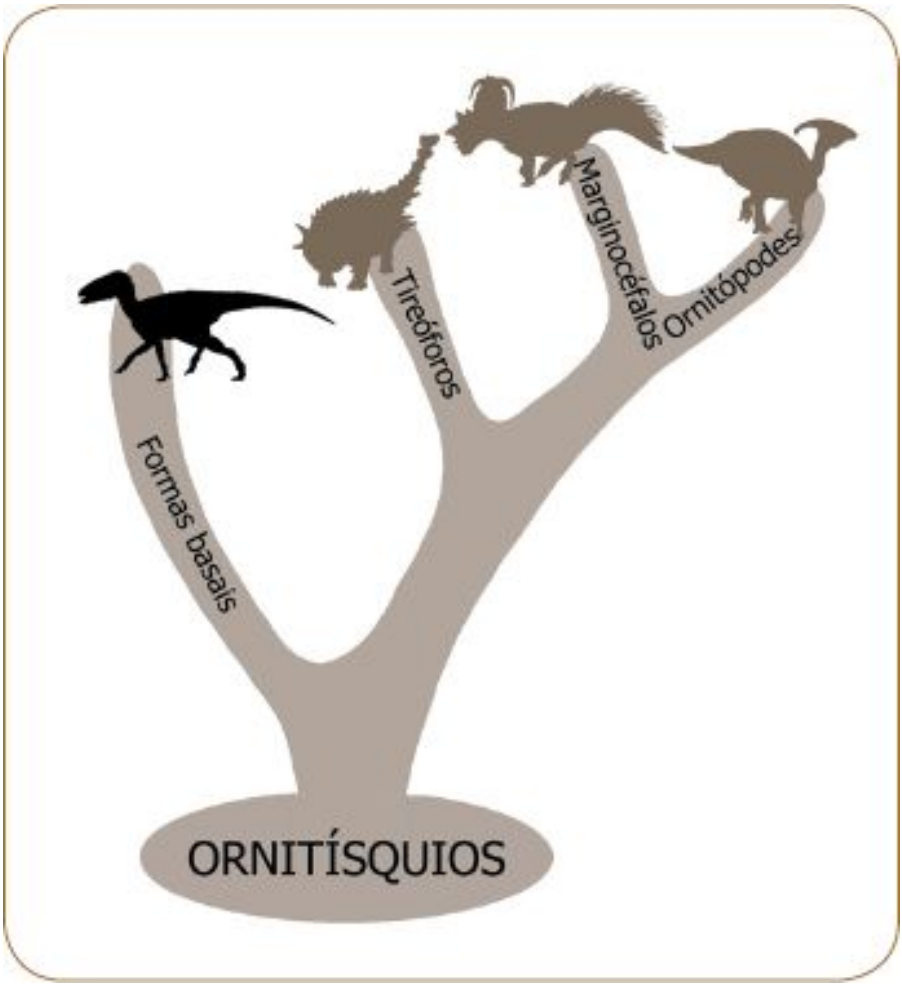
Museu de Ciências Naturais (MCN), Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

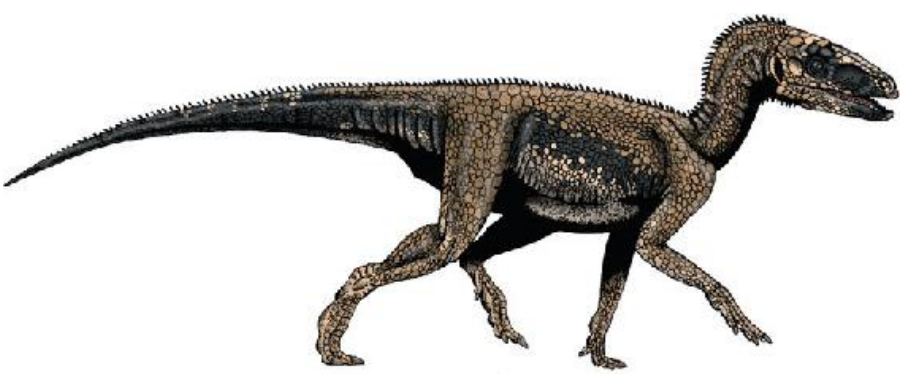
Trabalho científico original

Ferigolo, J.; Langer, M. C. 2007. Late Triassic dino sauriform from South Brazil and the origin of the ornithischian predentary bone. Historical Biology, 19(1):23–33.

Escala







Angaturama limai

Significado do nome

Angaturama significa "nobre"; *limai*, homenagem ao já falecido paleontólogo Murilo Rodolfo de Lima.
Chapada do Araripe, Ceará.

Onde foi encontrado

Quando foi encontrado

Seu esqueleto foi descrito em 1996, mas pode ter sido encontrado décadas antes por trabalhadores que retiravam lajes das pedreiras para calçamento de passeios e piscinas.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia do Araripe, formação Santana.

Idade

Período Cretáceo, 110 milhões de anos.

Comprimento

8 metros.

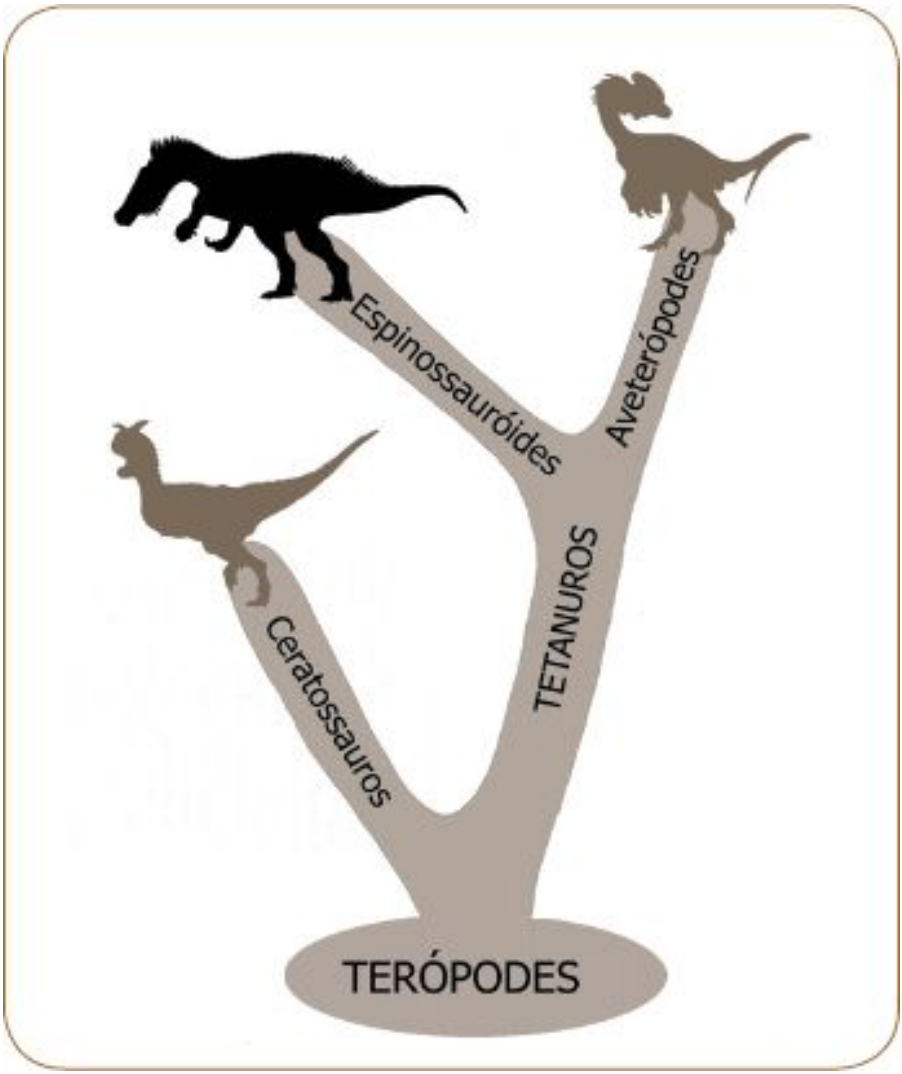
Onde está o esqueleto

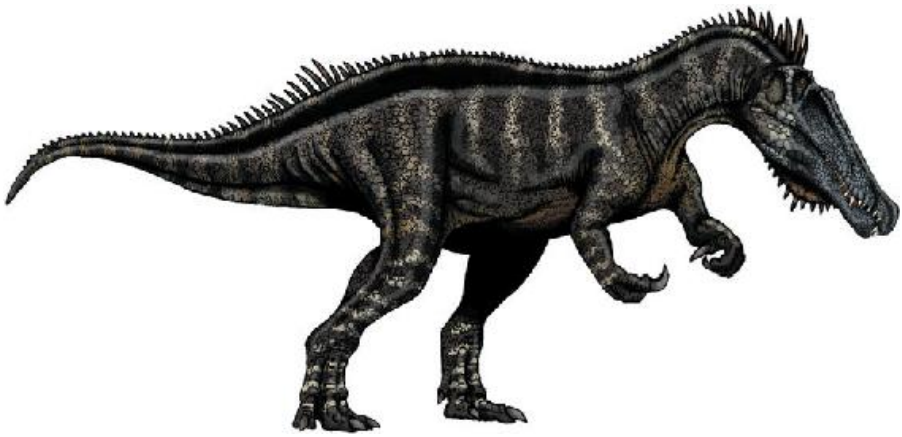
Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Trabalho científico original

Kellner A. W. A, e Campos, D. A. 1996. First Early Cretaceous theropod dinosaur from Brazil. N. J. Geol Paläont, Abh, 199(2):151-166.

Escala


Espinossauróides
Aveterópodes
TETANUROS
Ceratossauros
TERÓPODES



Irritator challengeri

Significado do nome

Irritator, em referência ao fato de que o fóssil havia sido alterado pelos mineradores que o encontraram a fim de torná-lo mais bonito para a venda, uma prática comum realizada com os fósseis da chapada do Araripe. A dificuldade para eliminar as feições artificiais "irritou" os paleontólogos que o estudaram, dando origem ao nome; *challengeri*, homenagem ao professor Challenger, um caçador de dinossauros do romance O Mundo Perdido (Lost world), escrita por Arthur Conan Doyle.

Onde foi encontrado

Chapada do Araripe, Ceará.

Quando foi encontrado

O fóssil foi estudado e descrito em 1996 e re-estudado em 2002, mas a data de sua descoberta, feita provavelmente por trabalhadores das pedreiras, é desconhecida.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia do Araripe, formação Santana.

Idade

Período Cretáceo, 110 milhões de anos.

Comprimento

8 metros.

Onde está o esqueleto

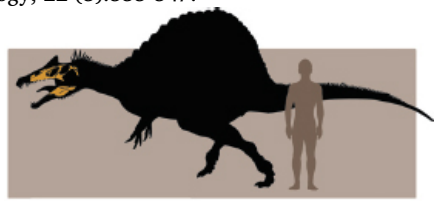
Staatliches Museum fur Naturkunde Stuttgard, Alemanha.

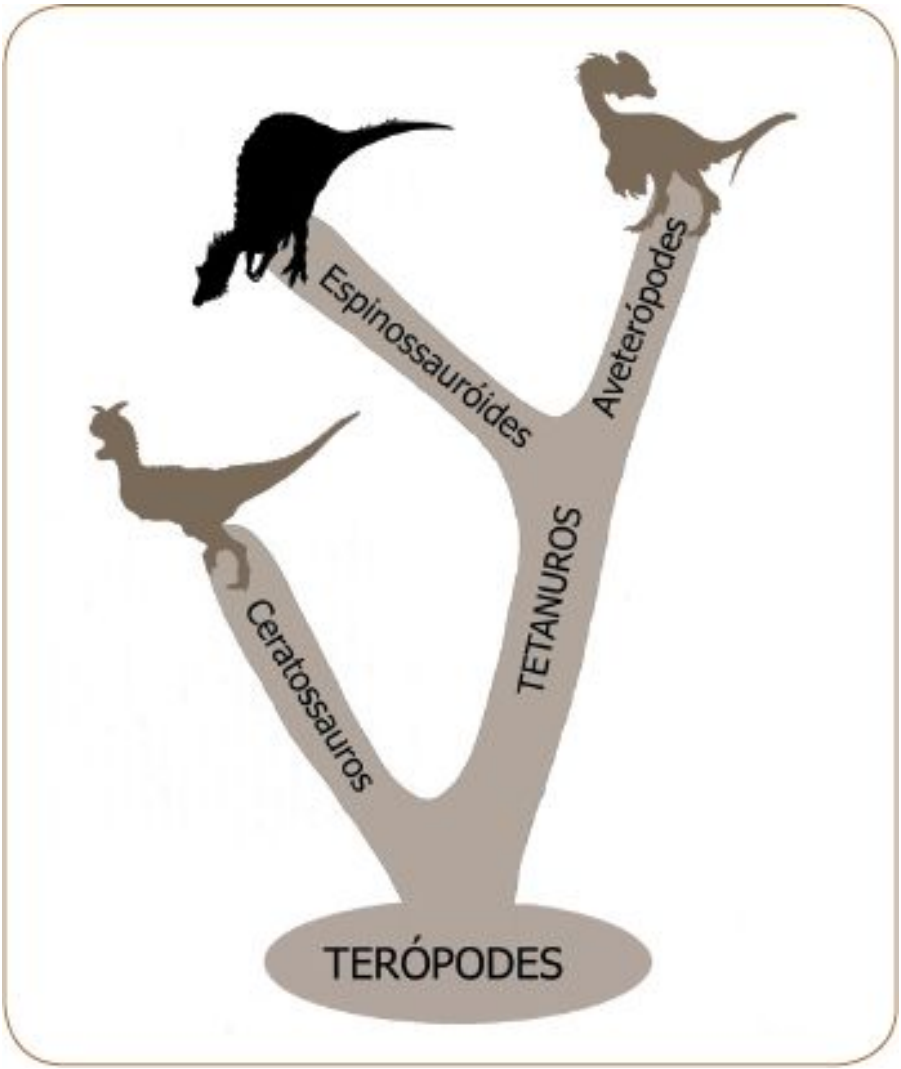
Trabalhos científicos originais

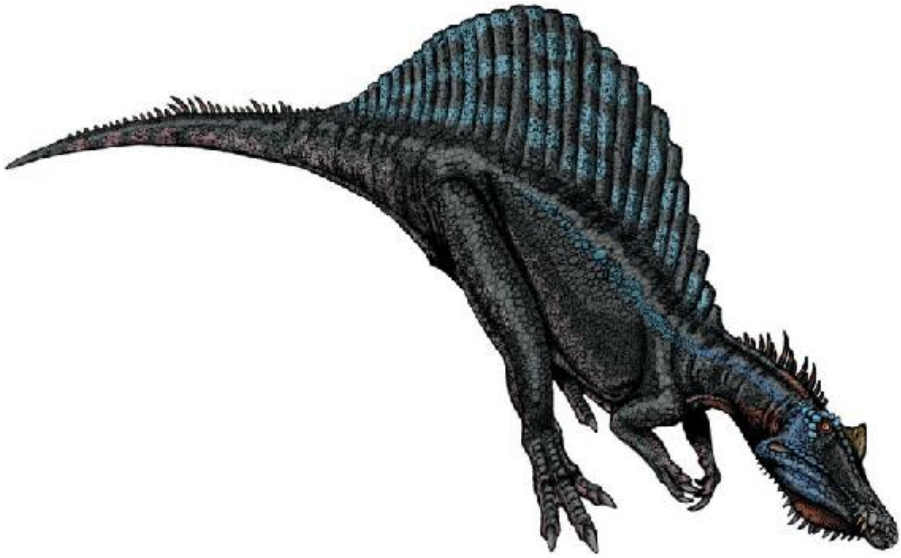
Martill, D. M.; Cruickshank, A. R. L.; Frey, E.; Small, P. G.; Clark, M. 1996. A new crested maniraptoran dinosaur from the Santana Formation (Lower Cretaceous) of Brazil. Journal of the Geological Society, 153:5-8.

Martill, D. M.; Cruickshank, A. R. L.; Frey, E.; Small, P. G.; Scott, D. M. 2002. Irritator challengeri, a spinosaurid (Dinosauria: Theropoda) from the Lower cretaceous of Brazil. Journal of Vertebrate Paleontology, 22 (3):535-547.

Escala




Espinossauróides
Aveterópodes
TETANUROS
Ceratossauros
TERÓPODES



Mirischia asymmetrica

Significado do nome

Mirischia, do latim mir, “maravilhosa”, e do grego ischia, “pertencente à pélvis”; *assymmetrica*, por possuir feições distintas nos ossos ísquios direito e esquerdo.

Onde foi encontrado

Na região de Araripina, chapada do Araripe, Pernambuco.

Quando foi encontrado

Não existem informações sobre a data da descoberta.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia do Araripe, formação Santana.

Idade

Período Cretáceo, 110 milhões de anos.

Comprimento

2 metros.

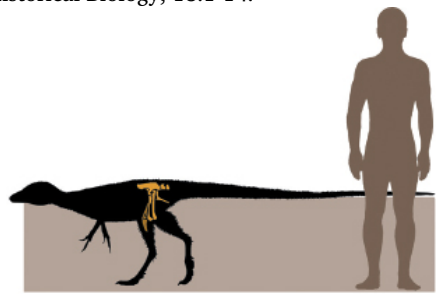
Onde está o esqueleto

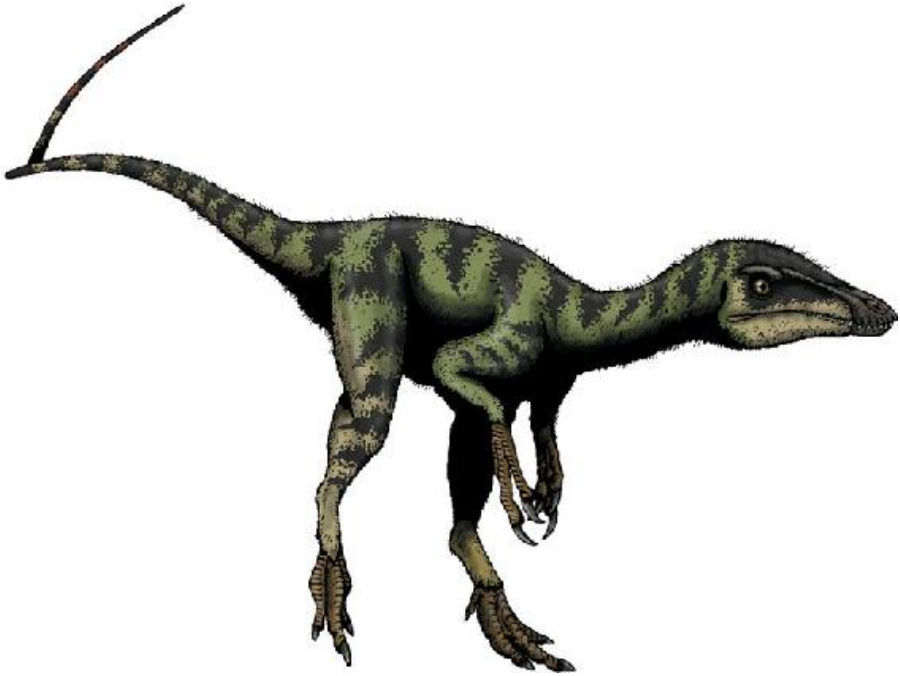
Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Alemanha.

Trabalho científico original

Naish, D.; Martill, D. M.; Frey, E., 2004. Ecology, systematics and biogeographical relationships of dinosaurs, including a new theropod from the Santana Formation (Albian, Early Creta ceous) of Brazil. Historical Biology, 18:1-14.

Escala





Santanaraptor placidus

Significado do nome

Santanaraptor, em referência às rochas da formação Santana onde seu esqueleto foi encontrado; *placidus*, em referência a Plácido Cidade Nuvens, fundador do Museu de Paleontologia na cidade de Santana do Cariri, chapada do Araripe, Ceará.

Onde foi encontrado

Santana do Cariri, chapada do Araripe, Ceará.

Quando foi encontrado

Em 1991.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia do Araripe, formação Santana.

Idade

Período Cretáceo, 110 milhões de anos.

Comprimento

1 metro, podendo alcançar 2,5 metros.

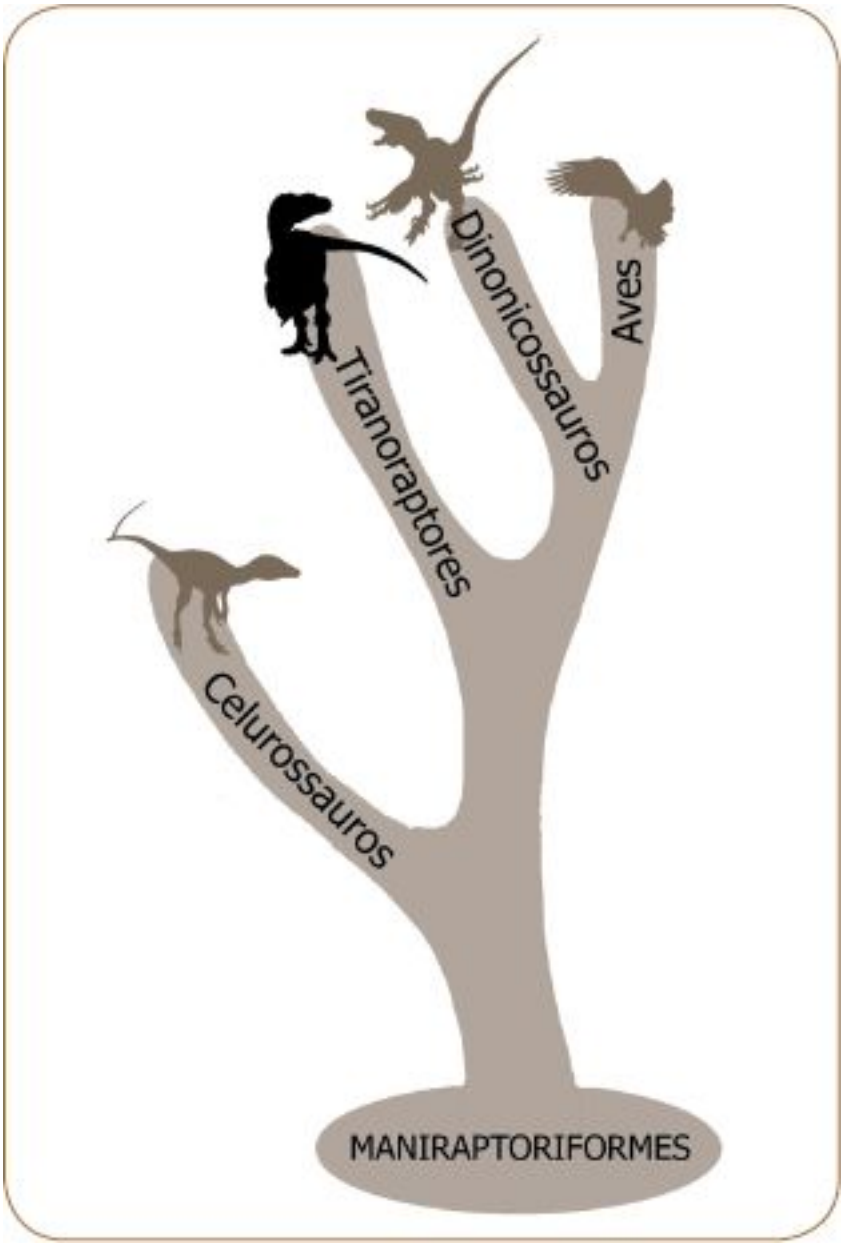
Onde está o esqueleto

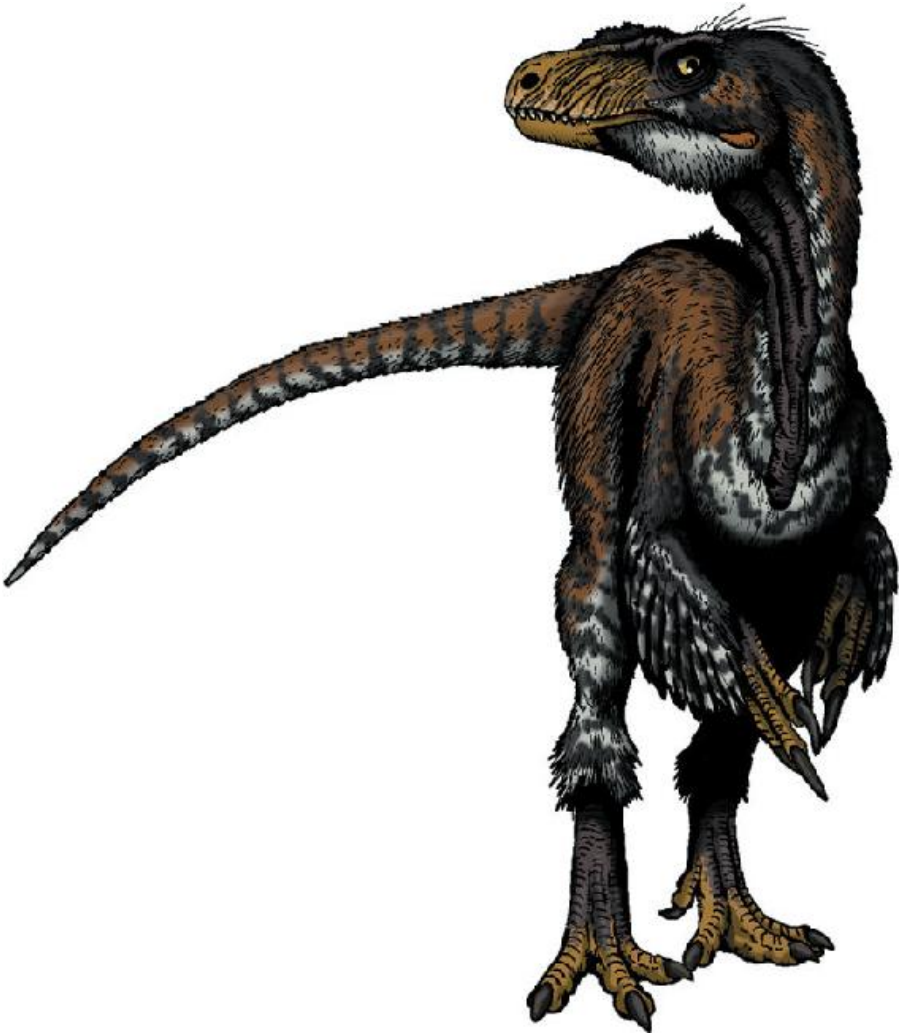
Museu Nacional do Rio de Janeiro.

Trabalhos científicos originais

Kellner, A. W. A. 1996. Fossilized theropod soft-tissue. Nature, 379:32.
Kellner, A. W. A.; Campos, D. A. 1998. Archosaur soft tissue from the Cretaceous of the Araripe Basin, Northeastern Brazil. Boletim do Museu Nacional, Geologia, 42:1-22.
Kellner, A. W. A. 1999. Short note on a new dinosaur (Theropoda, Coelurosauria) from the Santana Formation (Romualdo Member, Albian), Northeastern Brazil. Boletim do Museu Nacional, 49:1-8.

Escala


Dinonicossauros
Aves
Tiranoraptores
Celurossauros
MANIRAPTORIFORMES



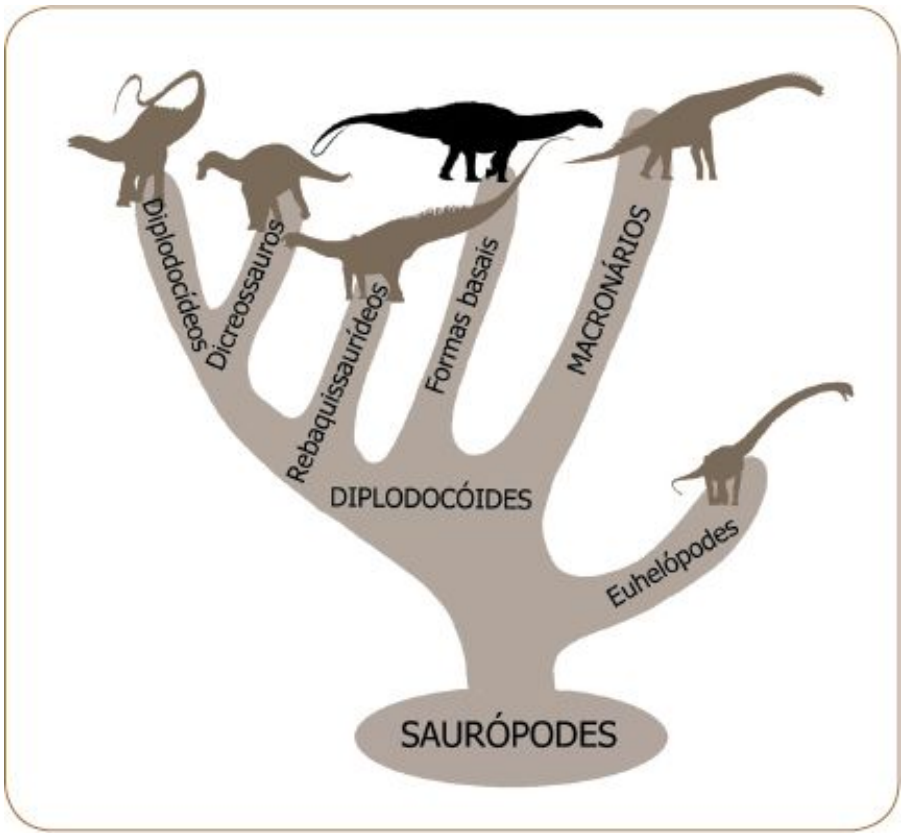
Amazonsaurus maranhensis

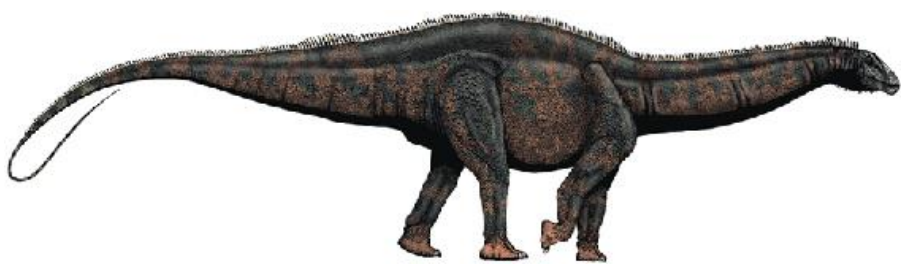
Significado do nome	*Amazonsaurus maranhensis*, em referência à região amazônica do Estado do Maranhão onde o fóssil foi encontrado.
Onde foi encontrado	Itapecuru-Mirim, Estado do Maranhão.
Quando foi encontrado	Em 1991, pelo paleontólogo Cândido Simões.
Bacia sedimentar e formação geológica	Bacia São Luís-Grajaú, formação Itapecuru.
Idade	Período Cretáceo, 110 milhões de anos.
Comprimento	10 metros.
Onde está o esqueleto	Museu Nacional e Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Carvalho, I. S.; Avilla, L. S.; Salgado, L. 2003. Amazonsaurus maranhensis gen. et sp. nov.

(Sauropoda, Diplodocoidea) from the Lower Cretaceous (Aptian-Albian) of Brazil. Cretaceous Research, 24(6):697-713.

Escala





Rayososaurus e outros saurópodos

Significado do nome

Rayososaurus, em referência à formação geológica onde esse animal foi originalmente encontrado, a formação Rayoso, na Argentina.

Onde foi encontrado

Ilha do Cajual, ao norte do Estado do Maranhão, pelo paleontólogo que o descreveu,

Quando foi encontrado
Manuel Alfredo Medeiros, e pelos alunos do curso de ciências biológicas da Universidade Federal do Maranhão.
Informação desconhecida.

Bacia sedimentar e formação geológica
Bacia de São Luís-Grajaú, formação Alcântara.

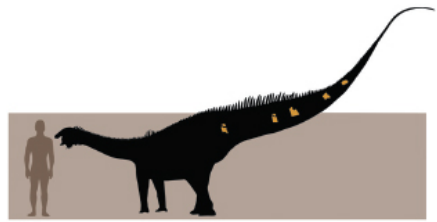
Idade
Período Cretáceo, 110 milhões de anos.

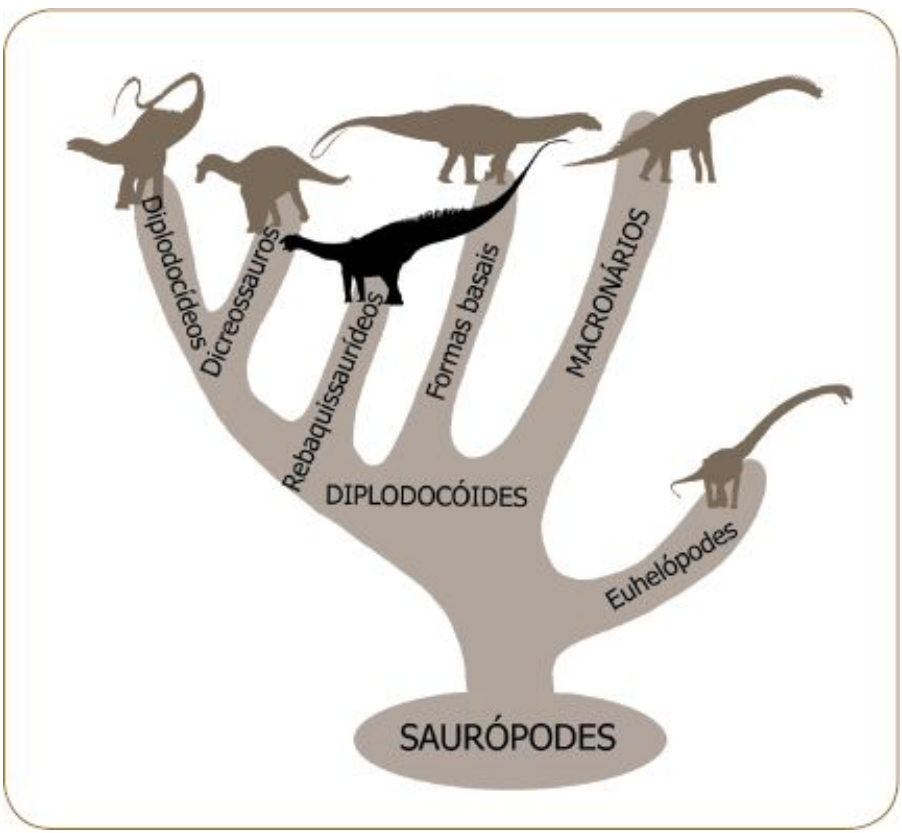
Comprimento
9 metros.

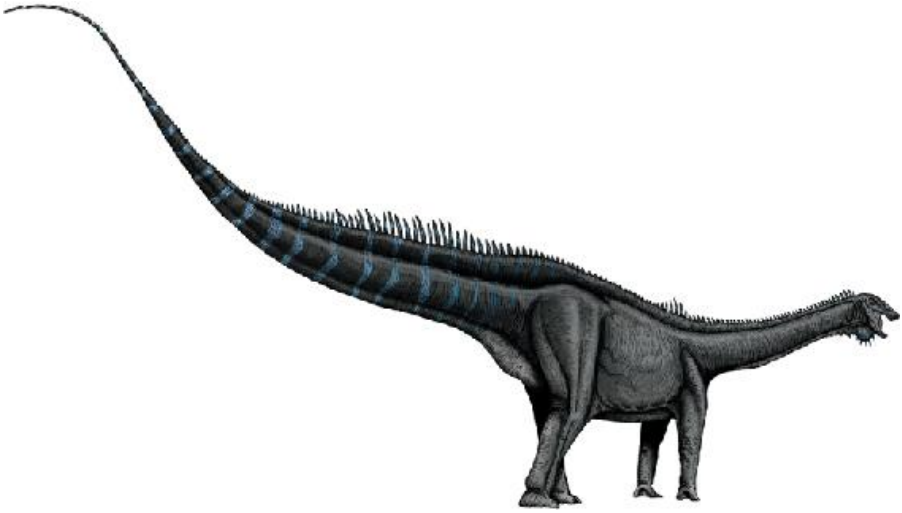
Onde está o esqueleto
Coleção de Paleontologia da Universidade Federal do Maranhão.

Trabalho científico original
Medeiros, M. A.; Schultz, C. L. 2004. Rayososaurus (Sauropoda, Diplodocoidea) no Meso-Cretáceo do Norte-Nordeste brasileiro. Revista Brasileira de Paleontologia, 7(2):275-279.

Escala







Pycnonemosaurus nevesi

Significado do nome

Pycnonemosaurus, do grego pycnós, “denso”, e némos, “mata”, em referência ao local de densa vegetação onde o esqueleto foi encontrado; *nevesi*, homenagem a Iedo Batista Neves, que incentivou este trabalho de pesquisa.

Onde foi encontrado

Fazenda Roncador, próxima a Paulo Creek, Mato Grosso.

Quando foi encontrado

Na década de 1950, por trabalhadores da fazenda.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia Bauru, formação Marília ou Adamantina.

Idade

Período Cretáceo Superior, entre 89 e 65 milhões de anos.

Comprimento

Entre 6 e 7 metros.

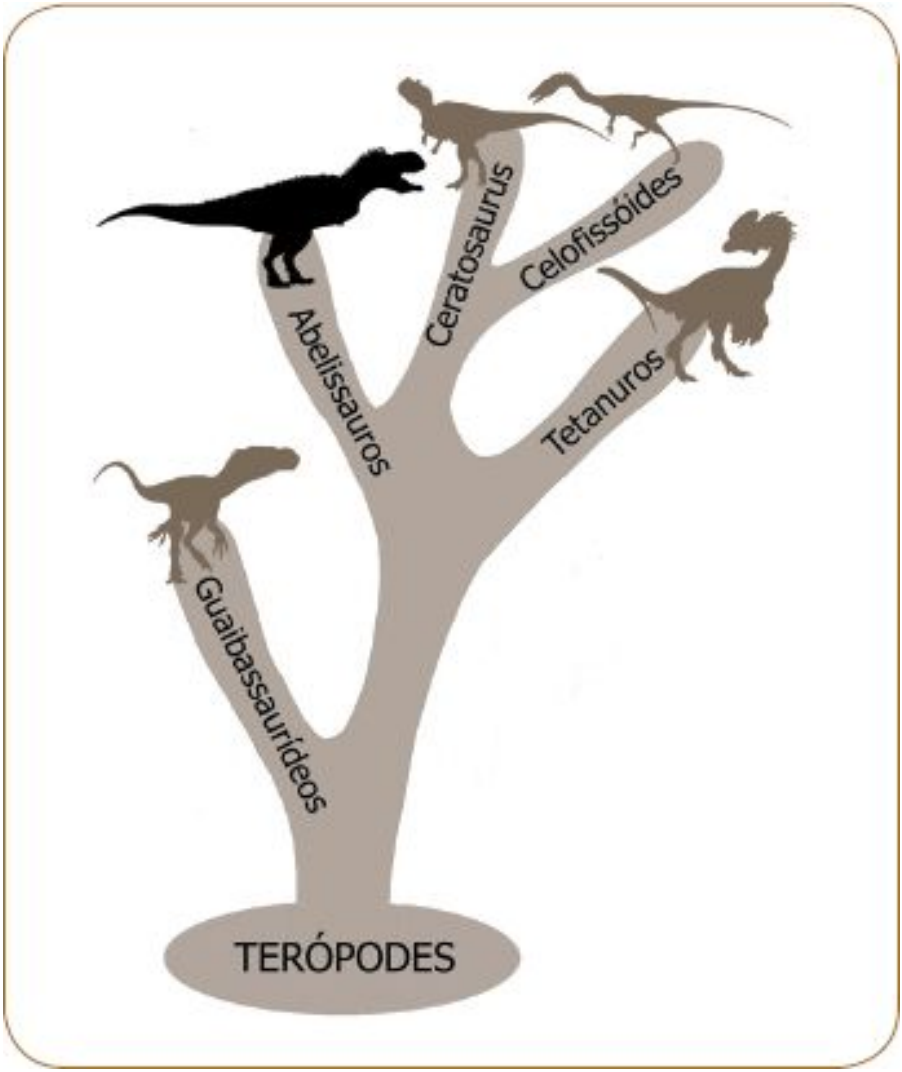
Onde está o esqueleto

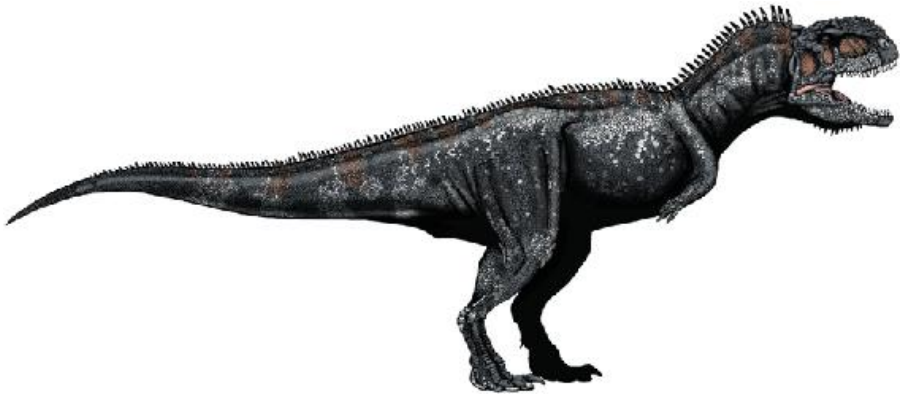
Museu de Ciências da Terra do Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro.

Trabalho científico original

KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A. 2002. On a theropod dinosaur (Abelisauria) from the continental Cretaceous of Brazil. Arquivo do Museu Nacional, 60(3):163-170.

Escala





Dinossauro terópodo

maniraptor

Significado do nome

Este dinossauro não tem nome científico, pois só o grande grupo ao qual pertence é conhecido, o dos maniraptoriformes.

Onde foi encontrado

Distrito de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais, pelos paleontólogos da Fundação Municipal de Ensino Superior de Uberaba – Centro de Pesquisas Paleontológicas L. I. Price.

Quando foi encontrado

Informação desconhecida.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia Bauru, formação Marília.

Idade

Período Cretáceo Superior, 70 milhões de anos.

Comprimento

2 metros.

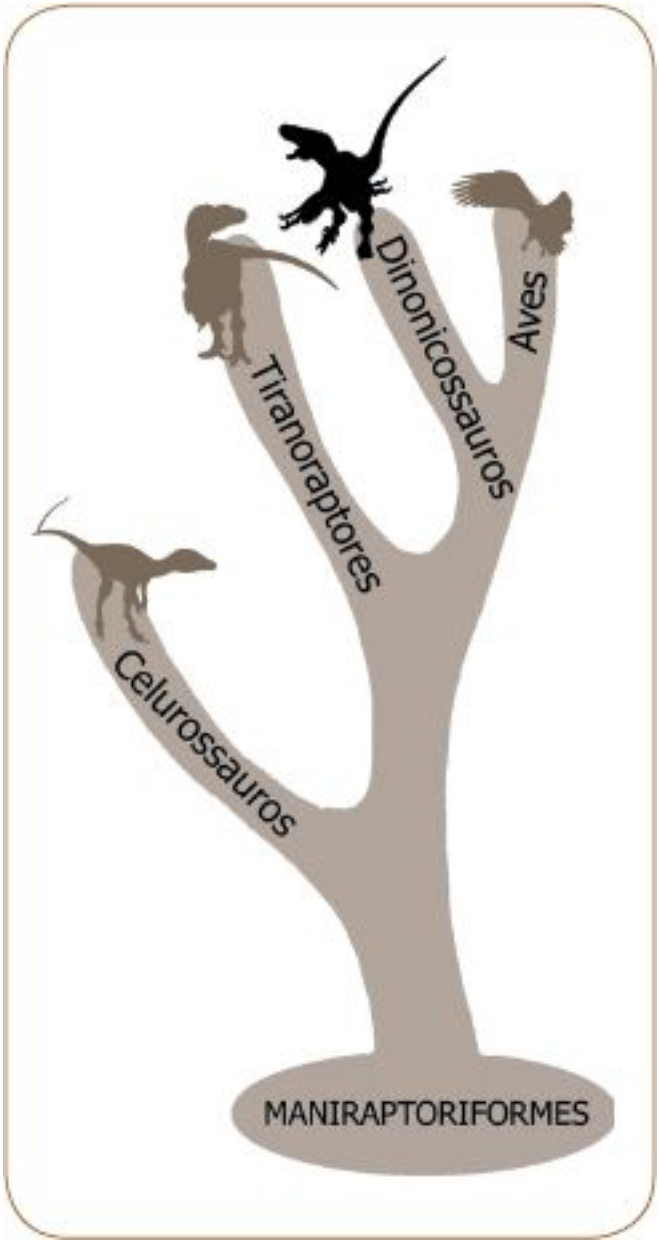
Onde está o esqueleto

Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price, distrito de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais.

Trabalho científico original

Novas, F. E.; Ribeiro, L. C. B.; Carvalho, I. S. 2005. Maniraptoran theropod ungual from the Marília Formation (Upper Cretaceous), Brazil. Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales, 7(1):31-36.

Escala


Dinonicossauros
Aves
Tiranoraptores
Celurossauros
MANIRAPTORIFORMES

Antarctosaurus brasiliensis

Significado do nome

Antarctosaurus, do grego *anti*, “oposto”, e *arktos*, “norte”; e saurus, “lagarto”. Assim, seu significado deve ser “lagarto do sul”; e *brasiliensis*, do Brasil, pois várias espécies de Antarctosaurus já haviam sido descritas na Argentina, sendo esta uma espécie brasileira.

Onde foi encontrado

São José do Rio Preto, São Paulo.

Quando foi encontrado

Em 1971, pela equipe do paleontólogo Farid Arid, da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de São José do Rio Preto.

Bacia sedimentar e

Sedimentos da bacia Bauru, formação desconhecida.

formação geológica

Idade

Entre 83 e 65 milhões de anos.

Comprimento

É possível que alcançasse 40 metros.

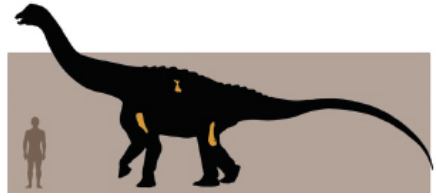
Onde está o esqueleto

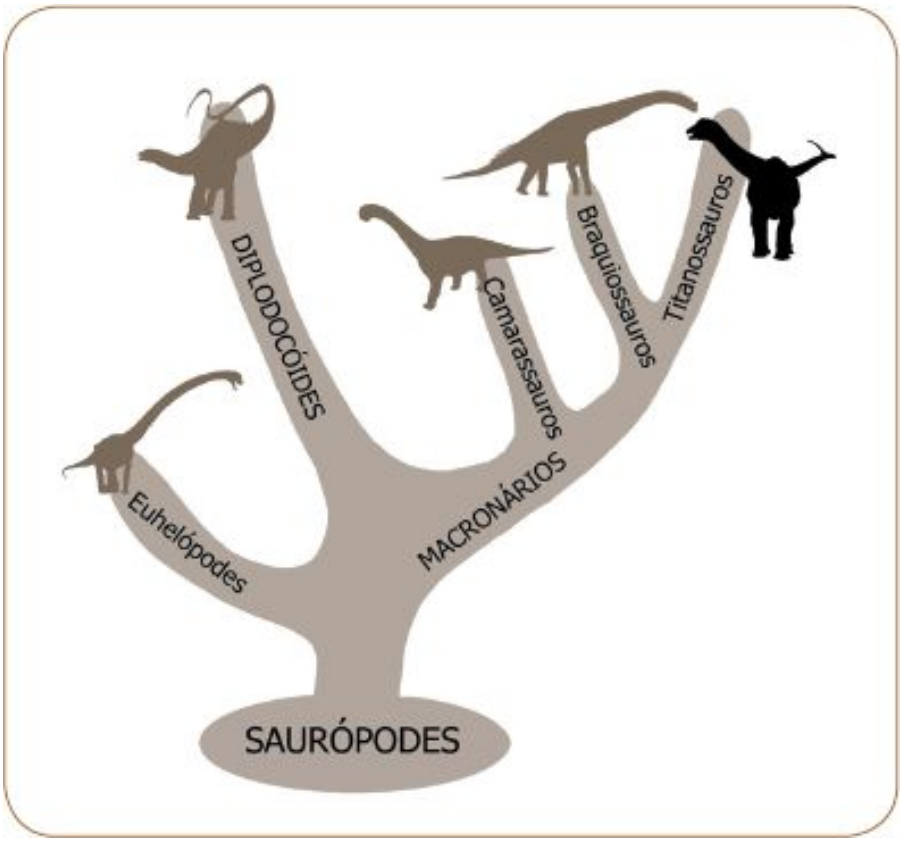
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.

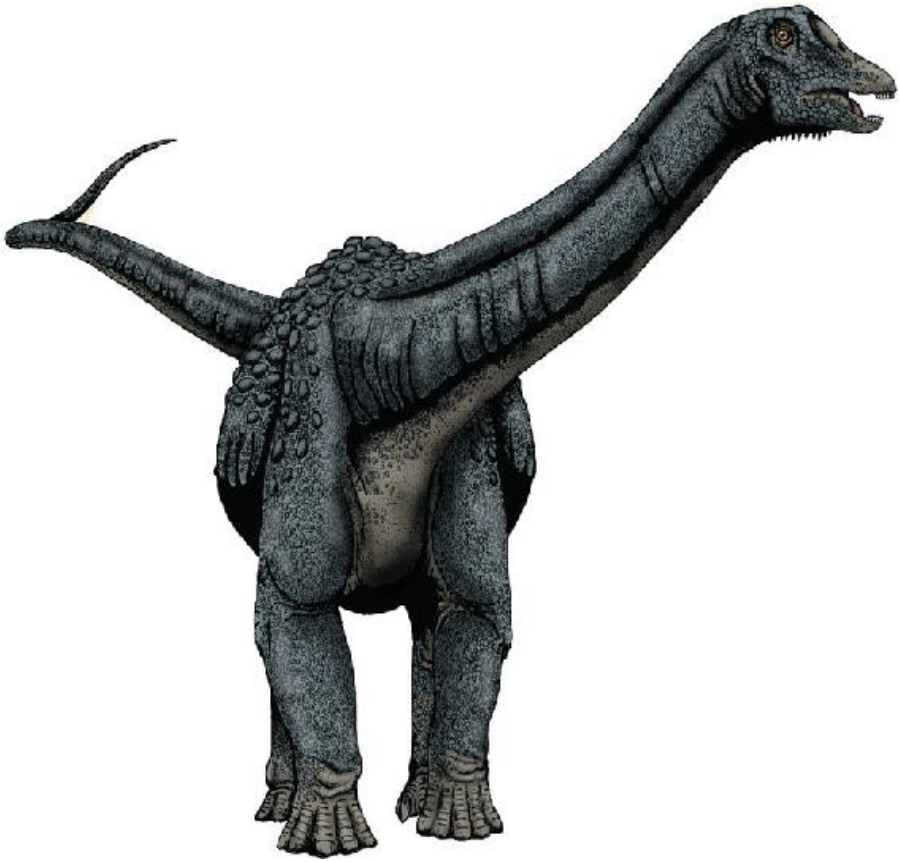
Trabalho científico original

Arid, F. M. & Vizotto, L. D. 1971: Antarctosaurus brasiliensis, um novo saurópodo do Crétáceo superior do Sul do Brasil. Anais Congresso Brasileiro de Geologia, 297-305.

Escala







Gondwanatitan faustoi

Significado do nome
Gondwanatitan, de Gondwana, em referência ao supercontinente existente na época; *titan*, em referência à família de gigantes da mitologia grega, por tratar-se de um dinossauro muito grande; *faustoi*, homenagem ao paleontólogo Fausto L. de Souza Cunha, que foi quem coletou o esqueleto.

Onde foi encontrado
Cidade de Álvares Machado, Estado de São Paulo.

Quando foi encontrado
Em 1983, pelo proprietário do sítio Myzobuchi, Yoshitoshi Mysobuchi.

Bacia sedimentar e formação geológica
Bacia Bauru, possivelmente na formação Adamantina.

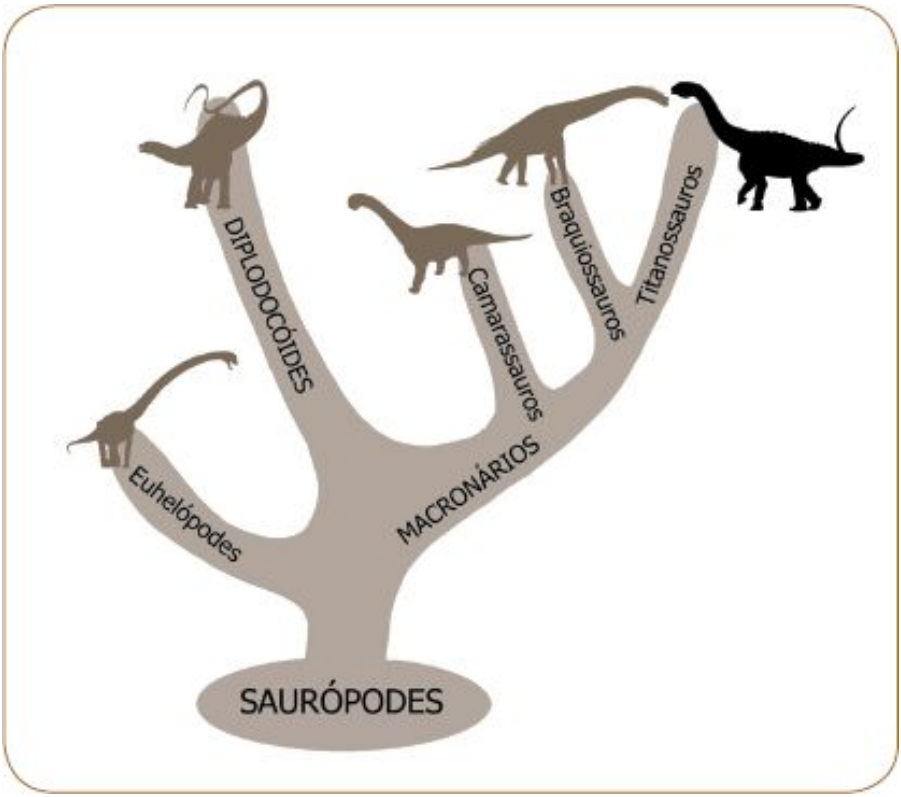
Idade
Entre 93 e 83 milhões de anos.

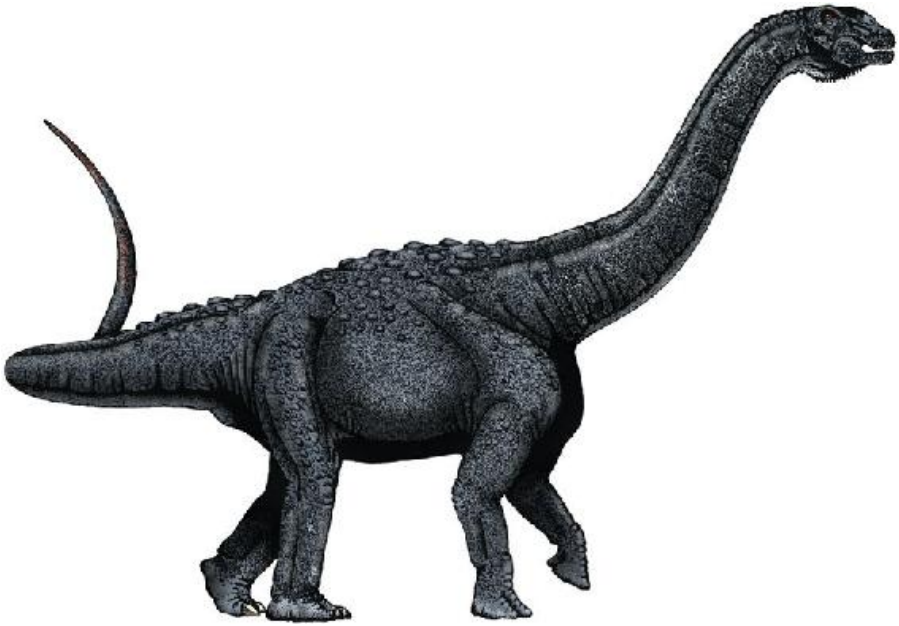
Comprimento
15 metros.

Onde está o esqueleto
Museu Nacional, Rio de Janeiro.

Trabalho científico original
KELLNER, A. W. A.; AZEVEDO, S. A. K. 1999. A new sauropod dinosaur (Titanosauria) from the Late Cretaceous of Brazil. National Science Museum Monographs, 15:111-142.

Escala


DIPLODOCÓIDES
Camarassauros
Braquiossauros
Titanossauros
Euhelópodes
MACRONÁRIOS
SAURÓPODES



Aeolosaurus

Significado do nome

Aeolosaurus, de *Aeolus*, o protetor dos ventos na mitologia grega, em referência aos ventos constantes que cortam a Patagônia argentina, local onde foram encontrados os primeiros restos fósseis dos *Aeolosaurus* argentinos.

Onde foi encontrado

Distrito de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais, e no oeste do Estado de São Paulo.

Quando foi encontrado

Data desconhecida.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia Bauru, formações Adamantina e Marília.

Idade

Entre 93 e 65 milhões de anos.

Comprimento

Não estimado.

Onde está o esqueleto

Informação não disponível.

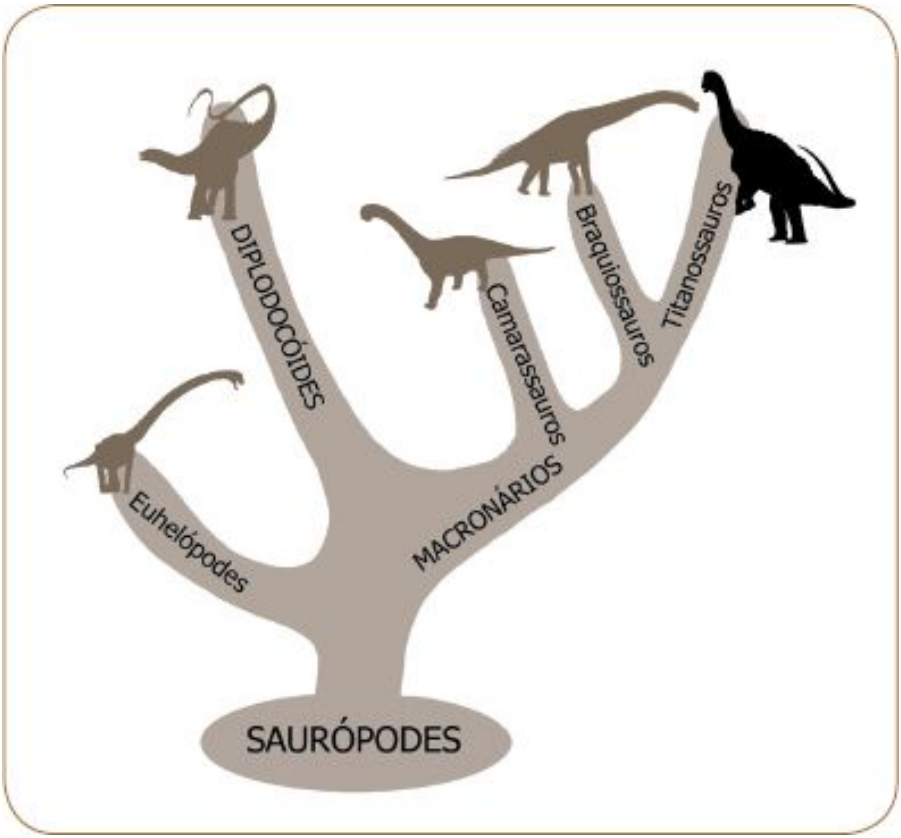
Trabalhos científicos originais

Almeida, E. B.; Avilla, L. S.; Candeiro, C. R. A. 2002. Restos caudais de Titanosauridae da Formação Adamantina (Turoniano-Ssantoniano), Sítio do Prata, Estado de Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Paleontologia, 7(2):239-244.

Kellner, A. Z. A.; de Azevedo, S. A. K. 1999. A new sauropod dinosaur (Titanosauria) from the Late Cretaceous of Brazil. In: Tomida, Y.; Rich, T.H.; Vickers-Rich, P. (Eds.) Proceedings of the Second Gondwanan Dinosaur Symposium. National Science Museum Monographs, 15:111-142.

Powell, J. E. 1986. Revision de los titanosauridos de América del Sur. Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán, Tese de Doutoramento, 340 p.

Escala


DIPLODOCÓIDES
Camarassauros
Braquiossauros
Titanossauros
Euhelópodes
MACRONÁRIOS
SAURÓPODES

Baurutitan britoi

Significado do nome
Baurutitan, em referência à bacia Bauru; titan, em referência à família de gigantes da mitologia grega, considerando o tamanho desse dinossauro; *britoi*, homenagem ao paleontólogo Aureliano Machado Brito.

Onde foi encontrado
Distrito de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais.

Quando foi encontrado
Em 1957.

Bacia sedimentar e formação geológica
Bacia Bauru, formação Marília.

Idade
Entre 70 e 65 milhões de anos.

Comprimento
12 metros.

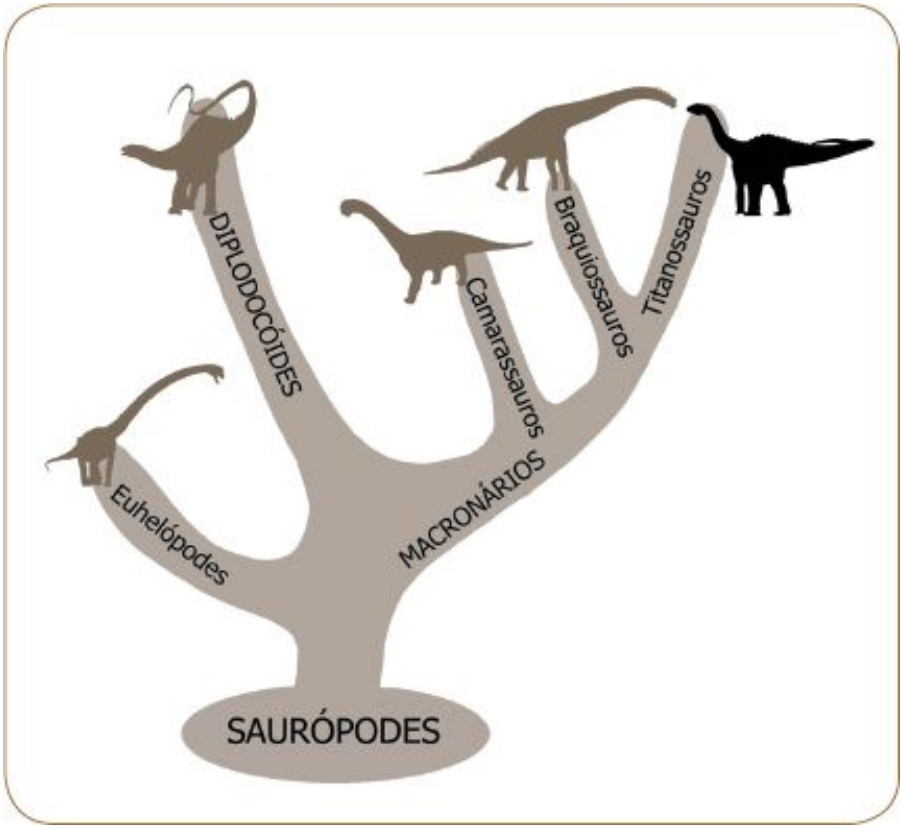
Onde está o esqueleto
Museu de Ciências da Terra do Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro.

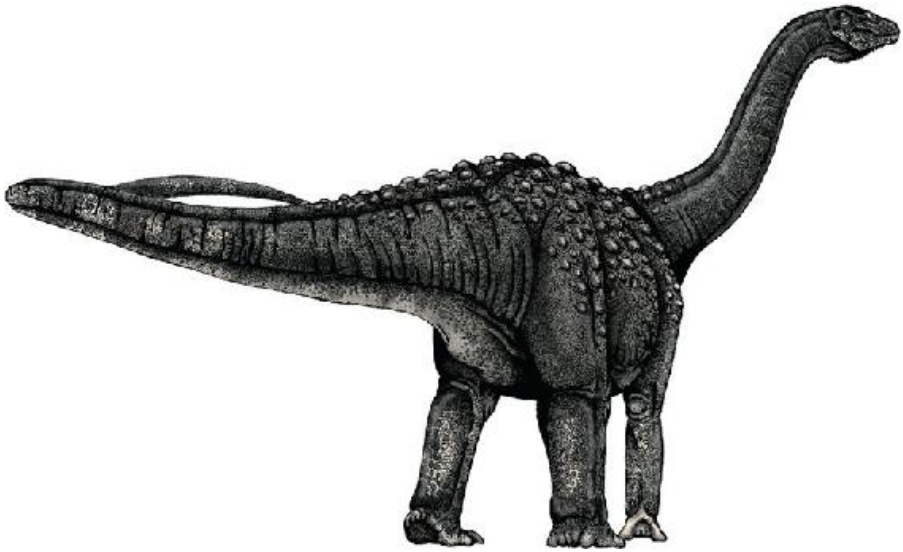
Kellner, A. W. A.; Campos, D. A; Trotta, M. N. 2005. Description of a Titanosaurid Caudal

series from the Bauru Group, late Cretaceous of Brazil. Arquivos do Museu Nacional, 63(3):529-564.

Trabalho Científico Original

Escala





Trigonosaurus pricei

Significado do nome

Trigono, do grego *trigónos*, “triângulo”, em referência à região do Triângulo Mineiro, em Minas Gerais, onde o material foi encontrado; e *pricei*, homenagem ao paleontólogo que o encontrou, Llewellyn Ivor Price.

Onde foi encontrado

Distrito de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais.

Quando foi encontrado

Entre os anos de 1947 e 1949.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia Bauru, formação Marília.

Idade

Entre 70 e 65 milhões de anos.

Comprimento

9,5 metros.

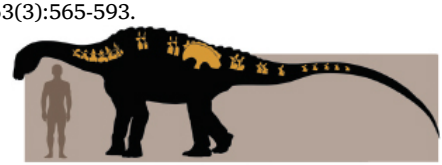
Onde está o esqueleto

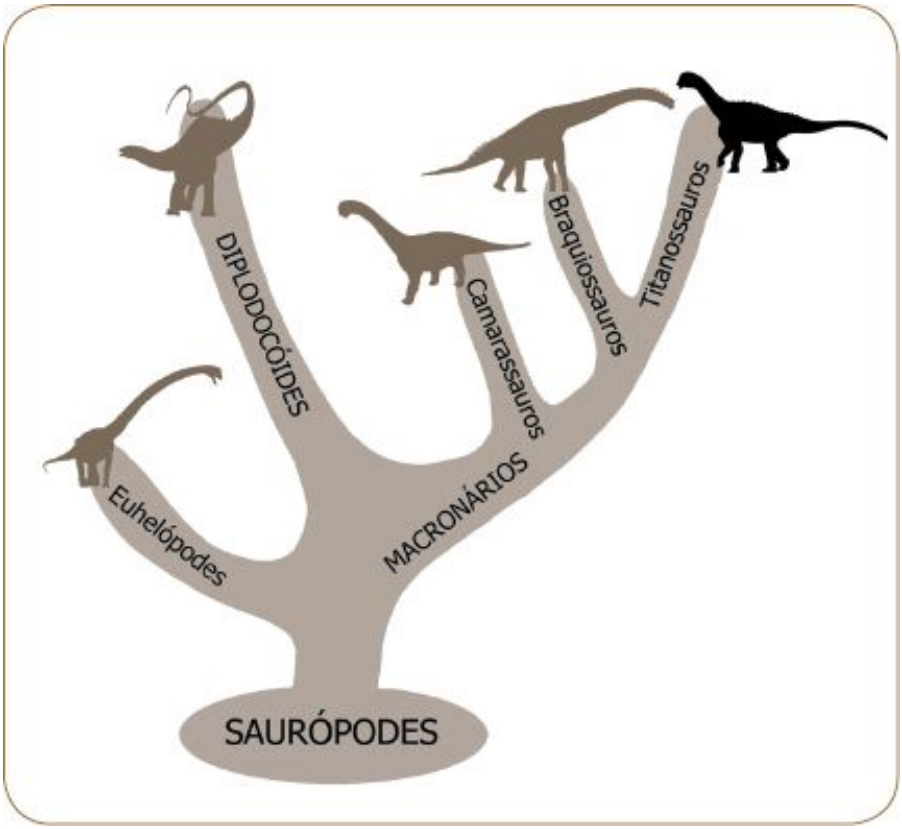
Museu de Ciências da Terra do Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro.

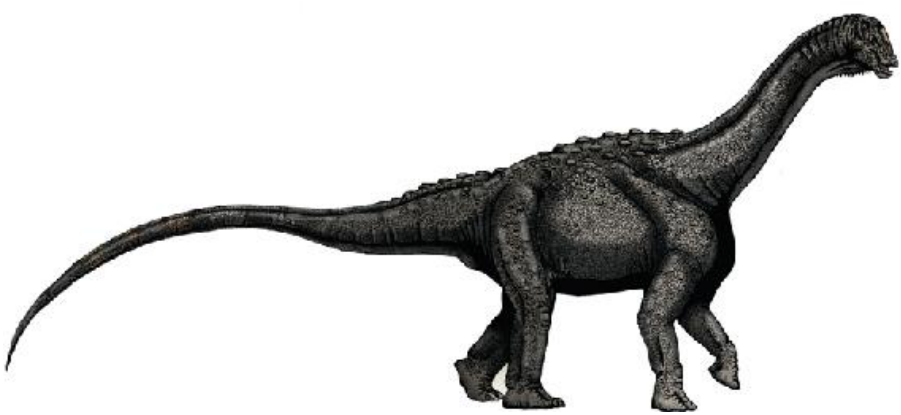
Trabalho científico original

Campos, D. A., Kellner, A. W. A., Bertini, R. J. e Santucci, R. M. 2005. On a titanosaurid (Dinosauria, Sauropoda) vertebral column from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. Arquivos do Museu Nacional, 63(3):565-593.

Escala







Maxakalisaurus topai

Significado do nome

Maxakali, língua falada por grupos indígenas que vivem em Minas Gerais; *topai*, de Topa, deidade adorada pelos índios da etnia Maxakali.

Onde foi encontrado

Cidade de Prata, Minas Gerais.

Quando foi encontrado

Em 1995; e coletado entre 1998 e 2002 pelos paleontólogos do Museu Nacional do Rio de Janeiro.

Bacia sedimentar e formação geológica: Bacia Bauru, formação Adamantina.

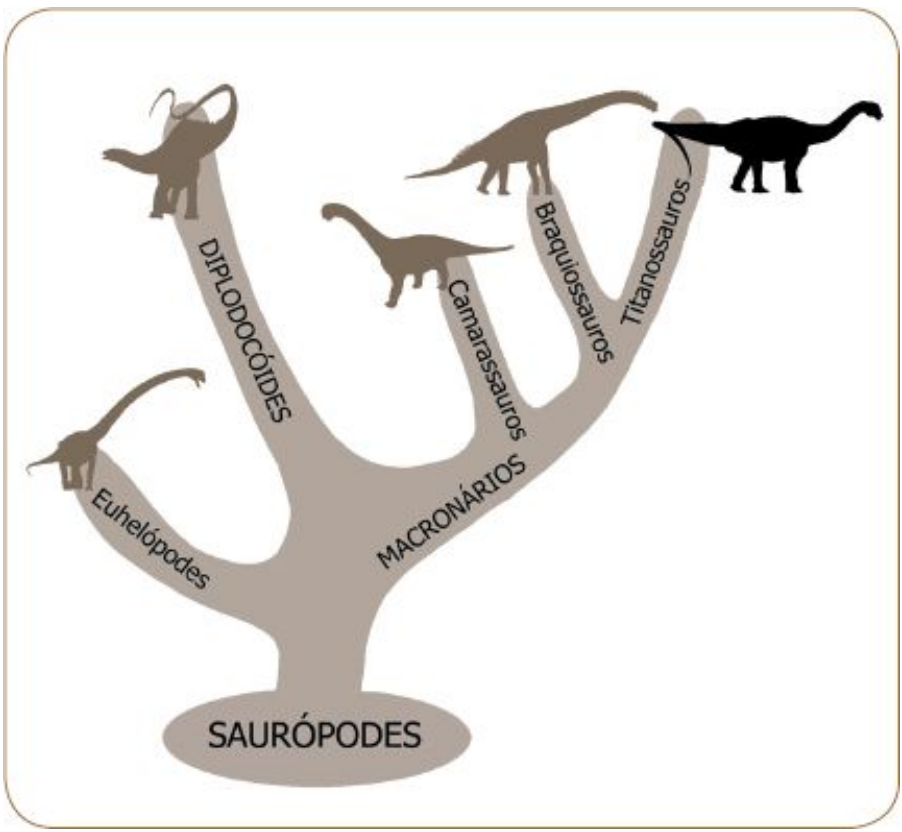
Idade: Entre 100 e 65 milhões de anos.

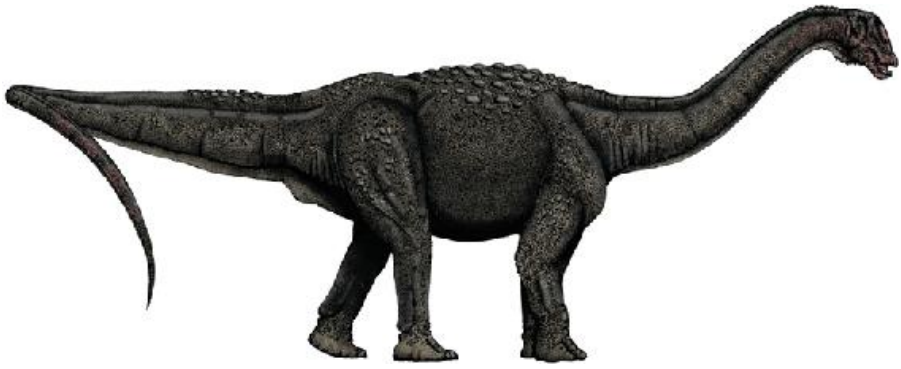
Comprimento: 13 metros.

Onde está o esqueleto: Museu Nacional, Rio de Janeiro.

Trabalho científico original: Kellner, A. W. A.; Campos, D. A.; Azevedo, S. A. K.; Trotta, M. N. F.; Henriques, D. D. R.; Craik, M. M. T.; Silva, H. P. 2006. On a new titanosaur sauropod from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. Boletim do Museu Nacional (Geologia), 74:1-31.

Escala





Adamantisaurus mezzalirai

Significado do nome

Adamantisaurus, em referência à formação Adamantina, nome dado à unidade geológica em cujas rochas foram encontros os fósseis; *mezzalirai*, homenagem ao paleontólogo Sérgio Mezzalira.

Onde foi encontrado

Em rochas expostas em corte de estrada de ferro próximo à cidade de Flórida Paulista, Estado de São Paulo.

Quando foi encontrado

Em 1958, por trabalhadores que construíam a estrada de ferro.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia Bauru, formação Adamantina.

Idade

Final do período Cretáceo, em torno de 70 milhões de anos.

Comprimento

12 metros.

Onde está o esqueleto

Museu Valdemar Lefevre, Parque da Água Branca, São Paulo (em exposição).

Trabalhos científicos originais

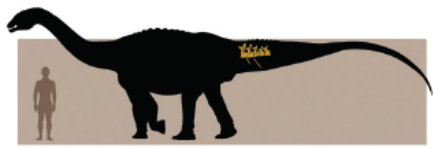
Santucci, R. A.; Bertini, R. J. 2006. A new titanosaur from Western São Paulo State, Upper Cretaceous Bauru Group, South-East Brazil. Palaeontology, 49(1):171-185.

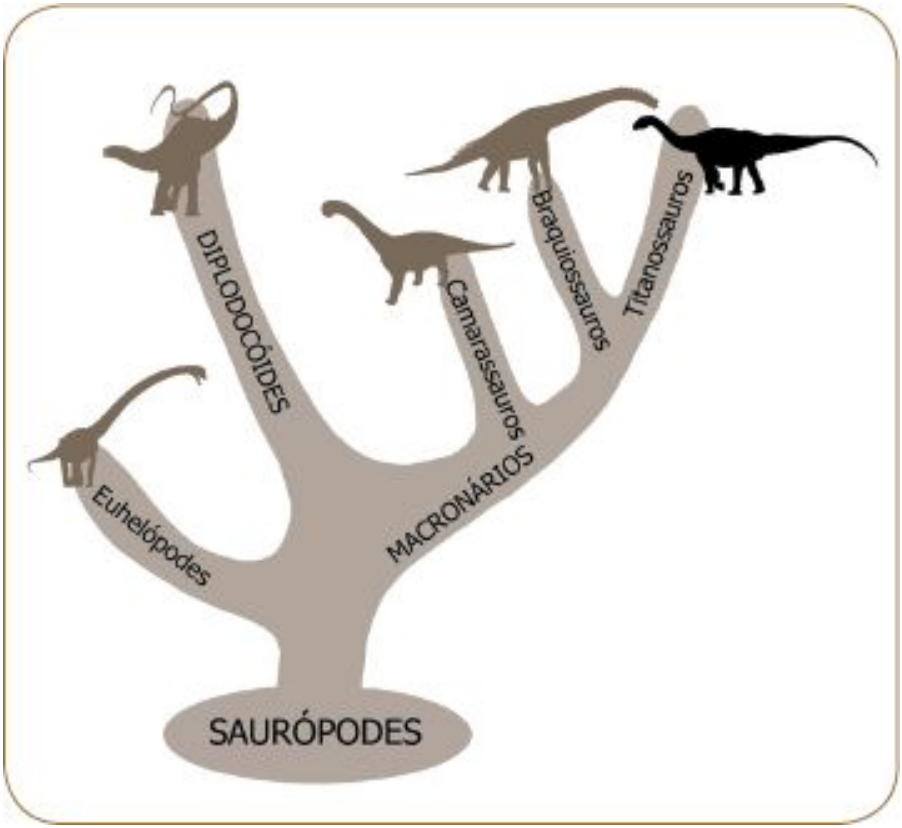
Mezzalira, S. 2006. Nota preliminar sobre as recentes descobertas paleontológicas no Estado de São Paulo no período 1958–59. Notas Prévias do Instituto Geográfico e Geológico, 2:1–7.

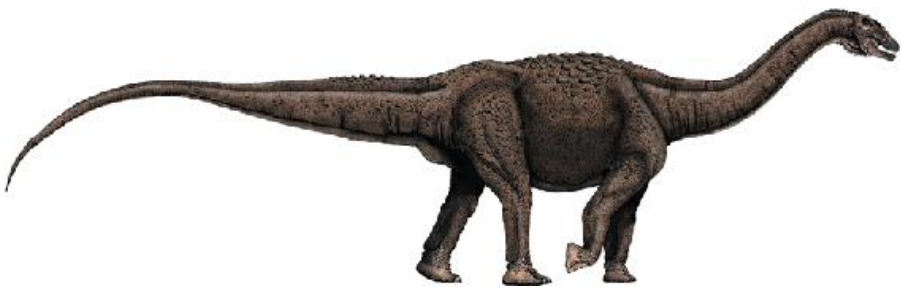
Powell, J. E. 1987. Morfológia del esqueleto axial de los dinossaurios titanosáuridos (Saurischia, Sauropoda) del Estado de Minas Gerais, Brasil. In: Anais X Congresso Brasileiro de Paleontologia. Sociedade Brasileira de Paleontologia, 155–171.

Powell, J. E. 2003. Revision of South American titanosaurid dinosaurs: palaeobiological, palaeobiogeographical and phylogenetic aspects. Records of the Queen Victoria Museum, 111:1-173.

Escala







Uberabatitan ribeiroi

Significado do nome

Uberabatitan, em referência à cidade de Uberaba, Minas Gerais, próxima ao local onde o esqueleto foi encontrado; *titan*, em referência à família de gigantes da mitologia grega, por se tratar de um dinossauro de grande porte; *ribeiroi*, homenagem ao paleontólogo Luiz Carlos Borges Ribeiro, diretor do Centro de Pesquisas Paleontológicas Lewellyn Ivor Price, localizado em Peirópolis.

Onde foi encontrado

Em rochas expostas próximas ao sítio paleontológico serra da Galga, perto da rodovia BR-050 B, Km 153, Uberaba, Minas Gerais.

Quando foi encontrado

Em data desconhecida pelos paleontólogos da Fundação Municipal de Ensino Superior de Uberaba – Centro de Pesquisas Paleontológicas L. I. Price.

Bacia sedimentar e formação geológica

Bacia Bauru, formação Marília.

Idade

Final do período Cretáceo, entre 70 e 65 milhões de anos.

Comprimento

15 metros.

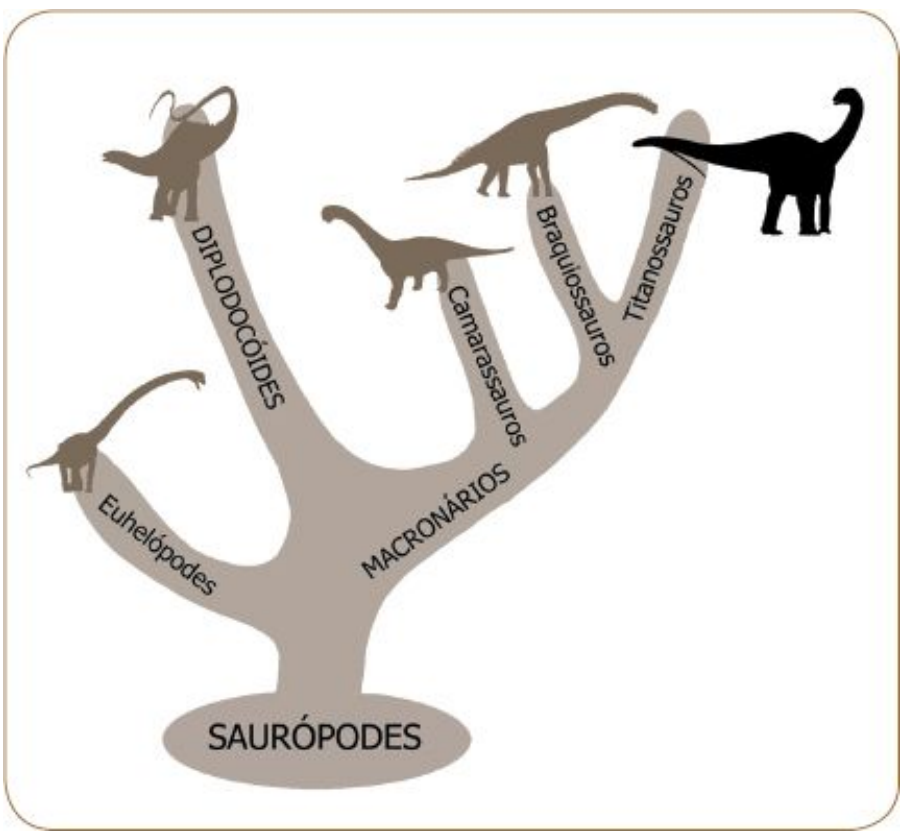
Onde está o esqueleto

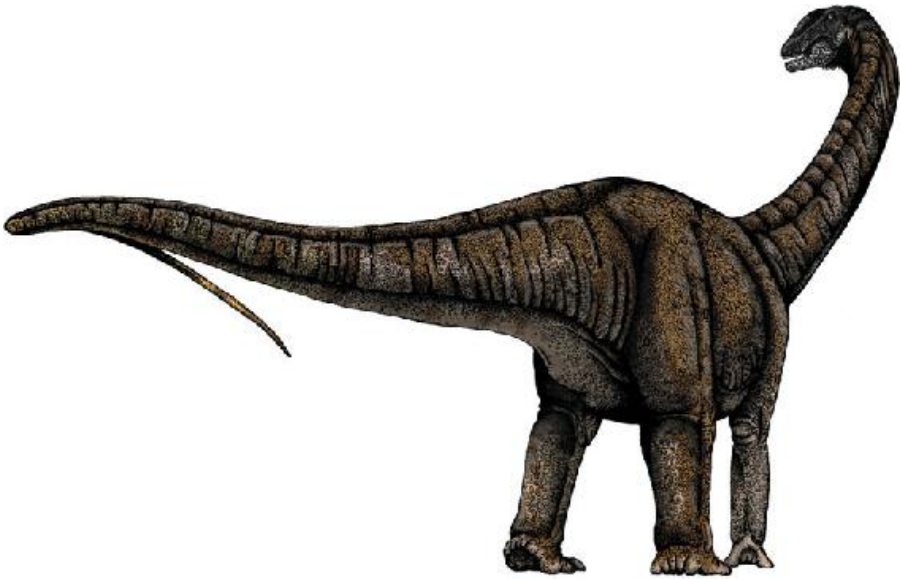
Centro de Pesquisas Paleontológicas L. I. Price, distrito de Peirópolis, MG.

Trabalho científico original

Salgado, L.; Carvalho, I. S. 2008. Uberabatitan ribeiroi, a new titanosaur from the Marília Formation (Bauru Group, Upper Cretaceous), Minas Gerais, Brazil. Palaeontology, 51(4):881-901.

Escala





Luis E. Anelli é professor e pesquisador do Instituto de Geociências da USP, especialista em invertebrados fósseis paleozoicos e cenozoicos do Brasil e da Antártica e ciclista amador. Criador da Oficina de Réplicas da USP, dedica-se a produzir material didático na área de paleontologia. Foi responsável pela montagem dos primeiros esqueletos de dinossauro na cidade de São Paulo, bem como da primeira réplica de um esqueleto de *Tyrannosaurus rex* na América do Sul. Foi o idealizador e curador da exposição *Dinos na Oca*, realizada no Parque do Ibirapuera, em São Paulo (2006). É autor de diversos livros de divulgação científica na área de paleontologia.

Felipe Alves Elias nasceu em 1980, em São Paulo (SP), e vive em Santos, litoral do Estado. Biólogo e mestre em Geologia Regional (ênfase em Paleontologia), é professor do programa de Ensino à Distância da Universidade Metropolitana de Santos. Atua também como paleoartista, recriando a aparência de espécies fósseis desde 2004. Colaborou com a exposição *Dinos na Oca* (2006), desenvolveu projetos de divulgação científica junto a diversas editoras (Globo, Oficina de Textos, Ática e Alto Astral) e teve trabalhos premiados em concursos internacionais de paleoarte.

Agradecimentos

Agradeço aos geólogos do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo as inúmeras discussões sobre todos os temas aqui abordados, durante os anos de 2007 e 2008: meus agradecimentos especiais aos professores Claudio Riccomini, Renato P. de Almeida, Setembrino Petri, Thomas R. Fairchild, Lucas V. Warren, Paulo C. Gianini, Jorge Ashiro e Fábio Ramos Dias de Andrade. Não posso deixar de agradecer ao ilustrador deste livro, o paleontólogo Felipe A. Elias, as muitas sugestões e, claro, as fantásticas e precisas reconstruções dos dinossauros brasileiros. Por fim, agradeço a Marcello G. Simões pela leitura crítica do original e pelas muitas recomendações de correção.

Copyright© Luiz E. Anelli

Editora
Renata Borges

Produção editorial e gráfica
Carla Arbex

Edição de texto
Luciana Tonelli

Revisão
Mineo Takatama

Ilustrações
Felipe Alves Elias

Projeto gráfico
Maristela Colucci

1ª edição, 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Anelli, Luiz E.
O guia completo dos dinossauros do Brasil [livro eletrônico] / Luiz E. Anelli ; ilustrações de Felipe Alves Elias. — São Paulo : Peirópolis, 2015.
Elias. -- São Paulo: Peirópolis, 2010.

978-85-7596-380-7

1. Dinossauros 2. Dinossauros - Brasil I. Título II. Elias, Felipe Alves

15-0951 CDD-567.910981

Índices para catálogo sistemático:

1. Brasil : Dinossauros : Paleontologia

EDITORA
PeirópoliS

Editora Peirópolis Ltda.
Rua Girassol, 310f– Vila Madalena
05433-000 São Paulo/SP
Tel.: (11) 3816.0699
vendas@editorapeiropolis.com.br
www.editorapeiropolis.com.br

LIBRE
Liga Brasileira de Editoras

Apoio:
PRÓ-REITORIA DE CULTURA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA
USP

BRINQUEDOS DO CHÃO

A NATUREZA,
O IMAGINÁRIO
E O BRINCAR

GANDHY PIORSKI

Editora Peirópolis

Brinquedos do chão

Piorski, Gandhy
9788575964378
156 páginas

Compre agora e leia

Este livro inaugura uma série que explora a imaginação do brincar e sua intimidade com os quatro elementos da natureza: terra, fogo, água e ar, e revela a voz livre e fluente da criança em sua trajetória de moldar a si própria, tão esquecida nos estudos sobre a infância.

Assim como o brinquedo, interessam ao autor, artista plástico, teólogo, pesquisador da infância e do imaginário, a brincadeira e seu universo simbólico; a experiência da criança quando, em comunhão com a natureza e em sua vivência transcendente, brinca e significa o mundo.

O primeiro volume é dedicado aos brinquedos da terra, que caracterizam, na produção material, gestual e narrativa da infância, a investigação da matéria e as operações da imaginação no forjar a elaboração e o enraizamento dos papéis sociais na casa, na família e no mundo.

O estudo desdobrou-se também em várias exposições de brinquedos colecionados ao longo dos anos, e seu corpo teórico vem repercutindo em diferentes espaços em que a criança é tema de interesse.

Compre agora e leia

Apetece-lhe Pessoa?

Antologia poética de Fernando Pessoa para ler e ouvir

Seleção e leitura em voz alta de José Jorge Letria e Susana Ventura
Ilustrado por Eloar Guazzelli

Apetece-lhe Pessoa?

Letria, José Jorge
9788575965115
120 páginas

Compre agora e leia

Esta pequena e aparentemente despretensiosa antologia poética de um dos maiores poetas da língua portuguesa de todos os tempos é, em realidade, bastante ousada. A começar porque nasceu originalmente como um CD de áudio, gravado e produzido pelo poeta português José Jorge Letria, com este mesmo exato título. O CD cruzou o oceano, arrebatando uma nova leitora, a escritora brasileira Susana Ventura, que gravou novos poemas para Letria e reuniu todos eles ? e muitos outros, neste livro de ler e ouvir.

Trata-se de um convite à leitura compartilhada em duas experiências complementares ? a leitura e a audição ?, das quais se pode apreender a universalidade e a potência da poesia de Fernando Pessoa. Uma viagem transatlântica e transmídia que aproxima leitores em torno de sua pátria, a língua portuguesa.

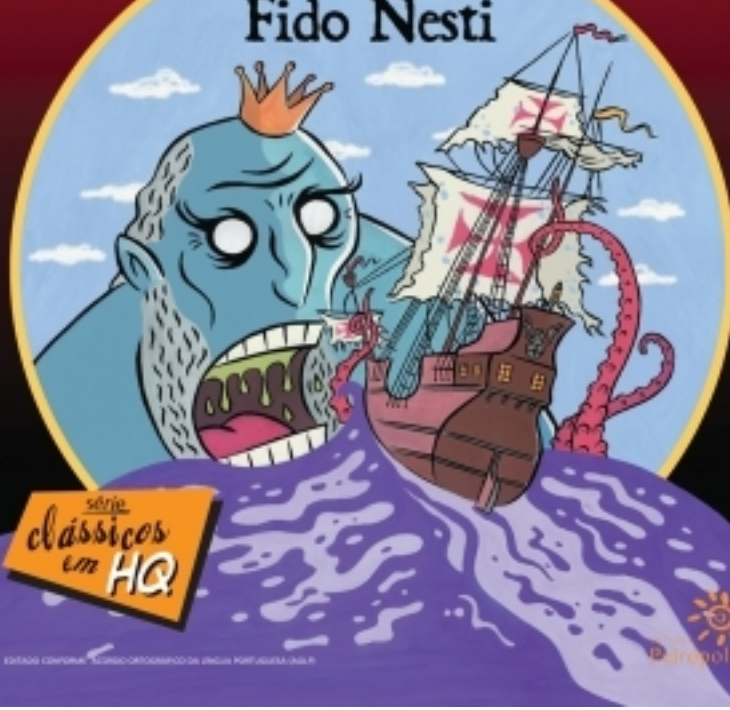
Compre agora e leia

Os Lusíadas

em quadrinhos

por

Fido Nesti



série clássicos em HQ

Editora Peirópolis

Os Lusíadas em quadrinhos

de Camões, Luís Vaz
9788575964101
48 páginas

Compre agora e leia

A obra máxima da língua portuguesa, Os Lusíadas, de Luís de Camões, recebeu sua versão HQ por meio do traço marcante do cartunista Fido Nesti. É o próprio Camões quem guia o leitor nessa viagem literária, na qual encontrará com Vasco da Gama, Inês de Souza, o Velho do Restelo e os deuses da mitologia no capítulo final intitulado "A ilha dos amores".

Compre agora e leia

Os assassinatos da rua Morgue

Edgar Allan Poe

Traduzido por Mara Ferreira Jardim
Ilustrado por Luciano Irrthum

Os assassinatos da Rua Morgue

Poe, Edgar Allan
9788575965191
88 páginas

Compre agora e leia

No conto Os assassinatos da rua Morgue (The Murders in the Rue Morgue) Edgar Allan Poe conta a história do assassinato brutal de duas mulheres em Paris. Envolto em mistério, o crime tornou-se um grande desafio para a polícia, sendo desvendado apenas por Auguste Dupin, um homem tão enigmático quanto os assuntos dos quais se ocupa. Publicado pela primeira vez em 1841 na Graham's Magazine, o texto inaugurou a linhagem do conto policial moderno, inspirando outras histórias de detetives que surpreendem interlocutores atentos com o brilhantismo da inteligência dedutiva.

Apesar de ser considerado o precursor de Sherlock Holmes, Dupin é pouco conhecido, pois seu criador escreveu apenas três contos protagonizados por ele: Os assassinatos da rua Morgue, já mencionado, O mistério de Maria Roget e A carta roubada. Esta edição, traduzida e prefaciada pela especialista em literatura inglesa Mara Jardim, vem contribuir para divulgar aos leitores essa faceta menos conhecida da obra do genial autor norte-americano

Compre agora e leia

clássicos em HQ
Editora Peirópolis

Clássicos em HQ

Borges, Renata Farhat
9788575963982
256 páginas

Compre agora e leia

Este volume reúne trechos de álbuns da coleção Clássicos em HQ, textos sobre as obras literárias quadrinizadas e seus autores, testemunhos dos artistas envolvidos, além de entrevistas com os quadrinistas e roteiristas, feitas especialmente para esta edição. Criada em 2005, com a adaptação de Caco Galhardo para o clássico de Cervantes O engenhoso fidalgo D. Quixote de la mancha (1605), a coleção vem conquistando leitores jovens e experientes, de quadrinhos e da literatura, em espaços formais e informais de educação. Com dez títulos já publicados e cinco a caminho, essa empreitada em que tantos se aventuraram juntos é conduzida por alguns princípios norteadores surgidos da experiência editorial. O primeiro deles é o de que os artistas que se aventuram nas traduções para quadrinhos são leitores apaixonados pela obra clássica escolhida para adaptar, ou recriar, ou traduzir, ou tudo isso junto. A ideia da coleção é apresentar ao público uma leitura possível da obra, e não, logicamente, a única - mas ela deve ser a leitura de um leitor sagaz. O segundo critério é que se mantenham nos quadrinhos, em seus balões ou recordatórios, apenas textos originários da obra literária matriz - daí a escolha de traduções consagradas em língua portuguesa de obras em outros idiomas, o terceiro princípio da coleção.

Compre agora e leia

Table of Contents

Dedicatória
PREFÁCIO
SUMÁRIO
Apresentação: A história é a alma do conhecimento
Introdução: Os fascinantes dinossauros
Capítulo 1: A terra e a vida através das Eras – uma breve história
    Planeta dinâmico
    A revolução multicelular
    Momento de transição
    A conquista definitiva da terra firme
    Pangea, o supercontinente
    A grande catástrofe
    Período Triássico: explosão de vida
    Período Jurássico: a multiplicação dos dinossauros
    Período Cretáceo: mudanças no clima terrestre
    A Era Cenozóica: a vez dos mamíferos
Capítulo 2: Muito além do Jurassic Park
    Quem foram os dinossauros
    Os dinossauros e o ancestral comum
    As aves: dinossauros contemporâneos
    Incríveis parentescos
    Do Tyrannosaurus rex ao beija-flor
Capítulo 3: A árvore dos dinossauros
    Dois grandes grupos: Ornitischia e Saurischia
        Ornithischia
        Saurischia
            Os sauropodomorphos
            Os terópodos
Capítulo 4: Origem e expansão dos dinossauros
    Linhagem de grande sucesso
    Os primeiros dinossauros
    Ancestrais comuns
Capítulo 5: Em busca de “máquinas do tempo”
    Antigos habitantes de Pangea
    A preservação dos fósseis
    Ambientes e recobrimentos propícios
Capítulo 6: Pesquisas sobre dinossauros – panorama mundial
    Quebra-cabeças de ossos
    Primeiros achados em terras brasileiras
    Placar mesozóico: Argentina 110 x Brasil 21
    O primeiro dinossauro brasileiro

O primeiro dinossauro argentino
Explosão cinematográfica
Capítulo 7: Tempos e espaços do tesouro científico
Rochas da Era Mesozóica no Brasil e na Argentina
O período Triássico
O período Jurássico
O período Cretáceo
Condições da Paleontologia no Brasil e na Argentina
A história das pesquisas
As bacias sedimentares brasileiras, o clima e a diversidade durante o Cretáceo
Bacia Bauru
Bacia do Araripe
Bacia São Luís-Grajaú
O clima durante o Cretáceo na Argentina
Um bolo com poucas camadas
Intemperismo
No Brasil, uma dádiva para os agricultores
Na Argentina, uma dádiva para os paleontólogos
Esqueletos retrabalhados
Por rios entrelaçados
Pelas marés
Pegadas de milhões de anos
Região Nordeste
Região Sudeste
Região Norte
Capítulo 8: Dinossauros do Brasil
O alvorecer dos dinossauros na bacia do Paraná
Staurikosaurus pricei
Guaibasaurus candelarai
Saturnalia tupiniquim
Unaysaurus tolentinoi
Sacisaurus agudoensis
Dinossauros na caatinga do Araripe
Angaturama limai
Irritator challengeri
Mirischia asymmetrica
Santanaraptor placidus
Os peixes fósseis do Araripe
Dinossauros terópodos da Formação Santana
Quando a África era logo ali: a bacia de São Luís-Grajaú
Amazonsaurus maranhensis
Rayososaurus

Terópodos da Laje do Coringa e da praia da Baronesa
O paraíso infernal da Paleontologia
O último refúgio – O Cretáceo da bacia Bauru
Pycnonemosaurus nevesi
Dinossauro Terópodo Maniraptora
Antarctosaurus brasiliensis
Gondwanatitan faustoi
Aeolosaurus
Titanossaurus de Peirópolis, a Pedreira Caieira
Baurutitan britoi
Trigonosaurus pricei
Maxakalisaurus topai
Adamantisaurus mezzalirai
Uberabatitan ribeiroi
Titanossaurídeos da bacia Bauru
Capítulo 9: A terra, seu desenvolvimento e suas mazelas
Grandes extinções
A extinção do final do período Cretáceo
O impacto na península de Yucatan
As origens da nova teoria do impacto
O fim de uma dinastia?
A vida após o impacto
A hipótese contestada
Capítulo 10: Bestiário
Créditos